МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ПЕДАГОГІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ТЕХНІЧНА ТВОРЧІСТЬ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

Випуск присвячено Міжнародній науково-технічній конференції молодих науковців
«Сучасні технології в механіці»

№1 квітень 2016р.

№1 квітень 2016р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ПЕДАГОГІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Збірник наукових праць «Технічна творчість»

Засновано в жовтні 2015р. **Виходить 2 рази на рік**

Хмельницький 2016, №1

Технічна творчість: Збірник наукових праць./ Укл.: Скиба М.Є., Поліщук О.С., Онофрійчук В.І. Хмельницький: ХНУ, 2016. – № 1 - 214 с.

Редакційна колегія:

Голова: **Скиба Микола Єгорович** - д.т.н., проф. член-кореспондент НАПНУ

Заступник голови: **Поліщук Олег Степанович** – к.т.н., доц.

Відповідальний секретар: **Онофрійчук Володимир Іванович** – к.т.н.

Члени редакційної колегії:

Бояр П. к.т.н.(Польща), Гергель М. д.т.н.(Польща), Диха О.В. д.т.н., Драпак Г.М. к.т.н., Защепкіна Н.М. д.т.н., Леннік К. д.т.н.(Польща), Любчик В.Р. д.т.н., Мартинюк В.В. д.т.н., Місяць В.І. д.т.н., Мусел Я. д.т.н.(Польща), Пітченко С.К. д.т.н., Полікаровских О.І. д.т.н., Романець Т.П. к.т.н., Романюк В.В. д.т.н., Сорокатий Р.В. д.т.н., Сункуєв Б.С. д.т.н. (Білорусь)

Технічний редактор Горященко К.Л., к.т.н.
Редактор-коректор Майдан П.С., к.т.н.

Рекомендовано до друку Рішенням Вченої Ради Хмельницького національного університету
Протокол № 9 від 31.03.2016 р.

Наукові праці друкуються у авторській редакції
За достовірність фактів, назв та посилань на літературні джерела
відповідальність несуть автори

Адреса редакції Збірника наукових праць «Технічна творчість»:
Хмельницький національний університет
вул. Інститутська, 5, м. Хмельницький, Україна, 29016
Кафедра машин і апаратів
http: //ma.khnu.km.ua
e-mail: KafedraMA@i.ua

© Хмельницький національний університет 2016
© Редакція Збірника наукових праць «Технічна творчість» 2016

ЗМІСТ

1. *Aneta Duda, Klaudiusz Lenik* WYKORZYSTANIE WSPOMAGANIA KOMPUTEROWEGO DO REJESTRACJI I OCENY PROCESÓW TARCIA…….. 13

2. *Tomasz Buratowski, Mariusz Giergiel, Andrii Kudriashov* VIRTUALIZATION/CLOUD TECHNOLOGY IN ROS-BASED MOBILE ROBOTS SYSTEMS……... 14

3. *E.Dragašius, J.Vėžys, D.Mažeika* EXPERIMENTAL RESEARCH OF SEDIMENTATION INFLUENCE FOR CLUTCH WITH MAGNETORHEOLOGICAL FLUID…….. 15

4. *Tomasz Buratowski, Mariusz Giergiel, Andrii Kudriashov* WHEELED MOBILE ROBOT NAVIGATION STACK (ROS) WITH LIDAR APPLICATION……... 18

5. *Arleta Chuba, Dorota Wójcicka-Migasiuk* EFEKTY ENERGETYCZNE I EKONOMICZNE MODERNIZACJI OBIEKTU. 20

6. *Vytautas Ostasevicius, Ievgeniia Golinka* ANALYTICAL AND COMPUTER MODELING OF IMPACT OF A STANDING ULTRASONIC WAVE ON PARTICLES IN LIQUID……... 21

7. *Małgorzata Dziewiczkiewicz, Dorota Wójcicka-Migasiuk* ANALIZA TRANSPORTU CIEPŁA NA PODSTAWIE OBRAZÓW MULTI-SPEKTRALNYCH ELEMENTÓW KONSTRUKCJI KOMINÓW…….. 25

8. *Urzędowski Arkadiusz, Wójcicka-Migasiuk Dorota* ANALIZA ZAPOTRZEBOWANIA, STRAT I ZYSKÓW ENERGII W BUDYNKU PASYWNYM Z WYKORZYSTANIEM TECHNIKI TERMOWIZJI..... 26

9. *Аль-Яфаі Наср, В.П. Місяць* ПОБУДОВА І АНАЛІЗ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ УЛЬТРАЗВУКОВОГО РІЗАННЯ В'ЯЗКО-ПРУЖНИХ МАТЕРІАЛІВ……. 27

10. *Т.С. Асаулюк, О.Я. Семешко, Ю.Г. Сарібєкова* ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОРОЗРЯДНОЇ НЕЛІНІЙНОЇ ОБ'ЄМНОЇ КАВІТАЦІЇ В ПРОЦЕСІ ПІДГОТОВКИ ГРУБОЇ ПІГМЕНТОВАНОЇ ВОВНИ…… 31

11. *А.В. Гаргаун, Д.Г. Сарібєкова, О.Я. Семешко* ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ АМІЛОЛІТИЧНИХ ФЕРМЕНТІВ НА ЯКІСТЬ ПІДГОТОВКИ БАВОВНЯНИХ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ…….. 33

12. *О.С. Поліщук, А.П. Антонюк* РОЗРОБКА МАШИНИ ІЗ ДВОХКООРДИНАТНОЮ СИСТЕМОЮ ПЕРЕМІЩЕННЯ МАТЕРІАЛУ ДЛЯ ПЕРФОРУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ ВЕРХУ ВЗУТТЯ…….. 35

13. *О.П. Бохонько* ОЦІНКА ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕКИ ДИТЯЧОГО ОДЯГУ ІЗ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ…….. 37

14. *О.О. Коротич* РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧОГО СПОСОБУ ОБІГРІВУ ПРИМІЩЕНЬ.... 40

15. *О.О. Литвинов, О.С. Поліщук* РОЗРОБКА БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОГО РОБОТА-МАНІПУЛЯТОРА…... 43

16. *П.С. Майдан, А.В. Буряк* ПРОЕКТУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ БАЗУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ ВЕРХУ ВЗУТТЯ…….…… 45

17. *О.М. Домбровська, В.В. Мица* ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ФОРМАЛІЗОВАНОГО ОПИСУ ПРОСТОРОВОЇ ФОРМИ ВИРОБІВ…….… 48

18. *С.О. Наставний, А.М. Залізецький* СОНЯЧНА ЕНЕРГЕТИКА ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ РОЗВИТКУ……... 51

19. *О.С. Поліщук, А.О. Поліщук, С.І. Пундик* ВИГОТОВЛЕННЯ 3D ПРИНТЕРА ДЛЯ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ…… 52

20. *А.О. Поліщук, С.В. Маковський, О.С. Поліщук* РОЗРОБКА 3D СКАНЕРА…….. 55

21. *О.С. Поліщук, С.І. Пундик, С.П. Лісевич, А.О. Поліщук* РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЗБОРУ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ДАНИХ ДЛЯ ЛАБОРАТОРІЇ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ……..... 57

22. *О.С. Поліщук, А.О. Поліщук, О.Д. Свинобойчук* ДВОХКООРДИНАТНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЛАЗЕРНОЇ РІЗКИ ТА ГРАВІЮВАННЯ ДЕТАЛЕЙ…….… 61

23. *А.О. Поліщук, В.В. Сковбель, О.С. Поліщук, І.І. Рябуха* РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ…….….. 63

24. *А.О. Поліщук, Б.М. Розимборський, О.С. Поліщук, А.В. Буряк* ВИГОТОВЛЕННЯ ЦИФРОВОГО ОСЦИЛОГРАФА НА БАЗІ DIY КОМПЛЕКТУ…… 66

25. *С.І. Пундик, О.С. Поліщук* РОБОТОТЕХНІКА В ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНОМУ ПРЕСОВОМУ ОБЛАДНАННІ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ…….…….. 68

26. *О.С. Поліщук, С.В. Смутко, В.М. Данко* ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ СЛІДКУЮЧИХ ТРЕКЕРНИХ СИСТЕМ…… 70

27. *С.П. Лісевич, С.В. Смутко* РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ УНІВЕРСАЛЬНОГО СТЕНДУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОТИ КОНДИЦІОНЕРА СПЛІТ-СИСТЕМИ….. 73

28. *О.Г. Тимощук* РОЗРОБКА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПОБУТОВОЮ ТЕХНІКОЮ…… 76

29. *О.П. Динько, О.В. Диха* АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ВИДІВ ТА МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ВИРУБНОГО ІНСТРУМЕНТУ…….. 78

30. *К.О. Диха, Р.В. Сорокатий* КОМБІНОВАНА ЦИЛІНДРИЧНА ОПОРА КОВЗАННЯ…… 80

31. *М.Г. Залюбовський, І.В. Панасюк* НОВІ СПОСОБИ ТА УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ОБРОБКИ ДРІБНИХ ПОЛІМЕРНИХ ДЕТАЛЕЙ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ……..……... 82

32. *Н.М. Защепкіна, А.О. Бурмистрова* МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ РОЗМІРІВ ЧАРУНОК ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ…… 85

33. *В.В. Кухарь, Е.Ю. Балалаева, Н.Н. Нагнибеда* МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ КОНТАКТЕ ГРАДИЕНТНО-НАГРЕТОЙ ЗАГОТОВКИ С ПЛОСКИМ БОЙКОМ……... 87

34. *Н.М. Защепкіна, А.А. Мелконян, С.О. Недобойко* МЕТОД КОНТРОЛЮ ПИЛОПРОНИКНОСТІ МАТЕРІАЛІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ТЕЛЕВІЗІЙНО-ІНФОРМАЦІЙНОЇ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ…… 90

35. *В.Ф. Лабунець, І.О. Козлова, Р.Я. Белевцев, В.С. Бандура* ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ТИТАНОВИХ СПЛАВІВ, ЯК ЕЛЕМЕНТІВ ТРИБОСИСТЕМ, БІОМІНЕРАЛІЗАЦІЄЮ ЇХ ПОВЕРХНЕВИХ ШАРІВ…… 93

36. *Н.М. Защепкіна, Я.О. Ященко, Ю.С. Гречуха* АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ПИЛОЄМНОСТІ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ……..…….. 94

37. *А.В. Лоза, В.В. Чигарев* УПРАВЛЕНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННЫМ СОСТОЯНИЕМ ОТЛИВОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПРИМЕНЕНИЕМ СВАРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ……... 96

38. *С.С. Луговський, В.А. Татаренко, В.С. Харченко* ВИЗНАЧЕННЯ РОЗМІРІВ КЛАСТЕРІВ В РІДКИХ МЕТАЛАХ В РАМКАХ КЛАСТЕРНОЇ МОДЕЛІ РІДИНИ……. 99

39. *О.О. Мікосянчик, Р.Г. Мнацаканов, С.В. Шакулієв* НЕСТАЦІОНАРНІ ПРОЦЕСИ ЯК ФАКТОР ПРИПРАЦЮВАННЯ ПАР ТЕРТЯ……. 101

40. *В.С. Неймак, Г.Б. Параска* ДОСЛІДЖЕННЯ ЗУБЧАСТО-ВАЖІЛЬНИХ ПЛАНЕТАРНИХ МЕХАНІЗМІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ПАКЕТУ ПРАНС-ПК……... 103

41. *В.Д. Рудь, Ю.С. Повстяна, Л.М. Самчук* ОТРИМАННЯ НОВИХ ПОРИСТИХ МАТЕРІАЛІВ В РЕЖИМІ СВС ІЗ ЗАДАНОЮ СТРУКТУРОЮ……. 105

42. *В.І. Савуляк, О.В. Поступайло* ТЕРМІЧНІ ПОЛЯ І ДЕФОРМАЦІЇ ПІД ЧАС ПРИВАРЮВАННЯ ТОНКОЛИСТОВОЇ ОБОЛОНКИ ДО МАСИВНОЇ РАМИ……..…… 108

43. *М.С. Стечишин, Ю.М. Білик, А.В. Мартинюк, М.С. Бартков* КОРОЗІЙНА СТІЙКІСТЬ КЕП В НЕЙТРАЛЬНИХ СЕРЕДОВИЩАХ…… 111

44. *Y.M. Bilyk, A.V. Martynyuk, S.P Pshegotskiy.* DEVELOPMENT INDUCTION HEATER FOR INDUSTRIAL NEEDS..... 113

45. *Barbara Buraczyńska* ZRÓŻNICOWANY WPŁYW PREFERENCJI ORAZ POTRZEB KLIENTÓW INDYWIDUALNYCH I INSTYTUCJONALNYCH NA WYBÓR OFERENTA DLA ZAKUPÓW MATERIAŁÓW TECHNICZNYCH... 114

46. *Weronika Kruszelnicka, Ola Madej* ANALIZA WIELKOŚCI I KSZTAŁTU CZĄSTEK BIOMASY PO ROZDRABNIANIU Z WYKORZYSTANIEM CYFROWEGO PRZETWARZANIA OBRAZU…….. 114

47. *Р.О. Багрій* ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЯ ВВЕДЕННЯ ТЕКСТОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ ПРИ АЛЬТЕРНАТИВНІЙ КОМУНІКАЦІЇ……..... 117

48. *Ola Madej, Weronika Kruszelnicka* PORÓWNANIE SPRAWNOŚCI KOLEKTORÓW PRÓŻNIOWYCH I PŁASKICH….. 119

49. *О.В. Бердова-Бушура, К.В. Михаленков* ДРОБЕСТРУЙНАЯ ОБРАБОТКА - ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МЕТОД УПРОЧНЕНИЯ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ…….…… 121

50. *Bartosz Postulka* PLANETARY ATMOSPHERIC ENTRY VEHICLE……. 124

51. *R. Sasik* MANUFACTURING OF THE SPARE PARTS FOR THE AUTOMOTIVE INDUSTRY USING 3D PRINT WITH SLM METHOD……. 125

52. *О.В. Березюк* КОМПЛЕКС МАШИН ДЛЯ ЗБИРАННЯ ТА ПЕРВИННОЇ ПЕРЕРОБКИ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ МІНІМІЗАЦІЮ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ…….……... 126

53. *С.Ф. Посонський, О.Ю. Герасімов* ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО СКЛАДУ КОМПОЗИЦІЇ ПГС-27+ПФЛ ДЛЯ НАПЛАВЛЕННЯ ЛЕМІШІВ ПЛУГІВ……..……... 129

54. *О.О. Гіль, Н.С. Машовець* ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ТИТАНОВОГО СПЛАВУ ВТ-8 АЗОТОВАНОГО В ТЛІЮЧОМУ РОЗРЯДІ……. 132

55. *Є.О. Голінка, С.Л. Горященко* ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ ПОЛІТЕТРАФЛУОРЕТЕНУ ПРИ НАНЕСЕННІ ЗАХИСНОГО ПОКРИТТЯ НА ТКАНИНУ…… 134

56. *В.Д. Заболотній, О.П. Бабак* ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ЗМІЦНЕННЯ ЗУБЦІВ ШЕСТЕРНІ ПОВЕРХНЕВИМ ПЛАСТИЧНИМ ДЕФОРМУВАННЯМ……... 136

57. *С.Л. Горященко, Т.О. Щирба* МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ФАНКОЙЛА…… 139

58. *В.В. Загребельний* ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ ЗІ СТАЛІ Р6М5 ДИСКРЕТНОЮ ЛАЗЕРНОЮ ОБРОБКОЮ……. 140

59. *А.В. Захарченко* СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СМАЗОЧНОГО ДЕЙСТВИЯ ТРАНСМИССИОННЫХ МАСЕЛ И СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЁВ ТРИБОСОПРЯЖЕНИЙ……. 142

60. *Е.О. Золотенко* АНАЛІТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ У МОЛОТКОВИХ ПОДРІБНЮВАЧАХ…… 147

61. *П.В. Каплун, В.А. Гончар, Т.В. Донченко* ВПЛИВ РЕЖИМІВ ІОННОГО АЗОТУВАННЯ НА ЗНОСОСТІЙКІСТЬ ВАЖКО НАВАНТАЖЕНИХ ПІДШИПНИКІВ КОЧЕННЯ……. 149

62. *Л.В. Козловська, А.Б. Домбровський, О.А. Михайловська* РОЗРОБКА МОДУЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ УНІВЕРСАЛЬНОГО ВЗУТТЯ ВИРОБНИЧОГО ПРИЗНАЧЕННЯ…….. 152

63. *С.М. Лаврись* ВПЛИВ РЕЖИМУ АЗОТУВАННЯ ПІД ЧАС КОМБІНОВАНОЇ ОБРОБКИ НА ЗНОСОТРИВКІСТЬ ТИТАНОВОГО СПЛАВУ ВТ22…… 154

64. *С.М. Лаврись, І.В. Стасишин, О.В. Пеньковий* ОСОБЛИВОСТІ ТОПОГРАФІЇ ПОВЕРХНІ ТИТАНУ ПІСЛЯ ХІМІКО-ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ……..... 156

65. *В.С. Мавлютов, Н.С. Машовець* ПОВЕРХНЕВЕ ЗМІЦНЕННЯ ТИТАНОВОГО СПЛАВУ ВТ3-1 АЗОТУВАННЯМ В ТЛІЮЧОМУ РОЗРЯДІ……..... 159

66. *О.В. Мазурець* ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ТЕРМІНІВ У ЕЛЕКТРОННИХ ТЕКСТАХ…….. 161

67. *А.В. Мартинюк, Ю.М. Білик, В.В. Мельник* КАВІТАЦІЙНО-ЕРОЗІЙНА ЗНОСОСТІЙКІСТЬ УДАРОМІЦНИХ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ В КОРОЗІЙНО-АКТИВНИХ СЕРЕДОВИЩАХ….. 163

68. *Ю.Б. Михайловський, Е.О. Золотенко, А.Ю. Михайловський* ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС JMCAD…… 165

69. *Т.А. Надопта* ФОРМУВАННЯ ПРИНЦИПІВ СТРУКТУРНОГО-АНАЛІТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ВИРОБІВ..... 168

70. *О.А. Параска, В.О. Ковальська* ВПЛИВ КОНЦЕНТРАЦІЇ ПОМ'ЯКШУВАЧІВ НА ЖОРСТКІСТЬ ТРИКОТАЖНИХ ПОЛОТЕН…….. 171

71. *О.М. Синюк* ПРОБЛЕМА ЕВОЛЮЦІЇ ЛІНІЇ КОНТАКТУ ТРЬОХ ФАЗ В ПРОЦЕСІ РУХУ ПОЛІМЕРУ В ПРЕС-ФОРМІ…… 172

72. *Р.В. Сіньковський, В.П. Ткачук* ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ПРОМИСЛОВИХ РОБОТІВ…… 174

73. *А.А. Скребцов, Х.С. Швачко* ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ТИТАНОВОГО СПЕЧЕНОГО СПЛАВУ ВТ1-0 НА КОРОЗІЙНУ СТІЙКІСТЬ У РОЗЧИНАХ НЕОРГАНІЧНИХ КИСЛОТ……. 177

74. *В.О. Слащук* КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ ЗНОШУВАННЯ НОМІНАЛЬНО-НЕРУХОМОГО З'ЄДНАННЯ В РЕАЛЬНОМУ МАСШТАБІ ЧАСУ……. 179

75. *О.О. Слащук* ВИЯВЛЕННЯ НЕСТАЦІОНАРНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ НОМІНАЛЬНО НЕРУХОМОГО ФРИКЦІЙНОГО КОНТАКТУ АКУСТОЕМІСІЙНИМ МЕТОДОМ 181

76. *Г.М. Соколова* ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ АЗОТУВАННЯ У ТЛІЮЧОМУ РОЗРЯДІ ЗА КРИТЕРІЄМ ЗНОСОСТІЙКОСТІ….. 183

77. *І.Т. Солтик* СУЧАСНІ СПОСОБИ ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ ВИДИМИХ КРАЇВ ДЕТАЛЕЙ ВЕРХУ ВЗУТТЯ……..... 186

78. *О.С. Титова, З.В. Грушак, Н.В. Столярова* СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НЕФТЕХИМИИ……..... 189

79. *В.С. Труш* ОЦІНКА ВПЛИВУ ТЕРМОДИФУЗІЙНОГО НАСИЧЕННЯ ПРИПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ ЦИРКОНІЄВОГО СПЛАВУ Zr-1%Nb ЕЛЕМЕНТАМИ ВТІЛЕННЯ НА МАЛОЦИКЛОВУ ДОВГОВІЧНІСТЬ ТА ОСОБЛИВОСТІ РУЙНУВАННЯ……... 192

80. *В.К. Фурман, А.В. Чорний* ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНОСОСТІЙКІСТІ ПЛАЗМОВИХ ПОКРИТТІВ СИСТЕМИ NI-CR-B-SI МОДИФІКОВАНИХ КЕРАМІЧНИМИ НАНОПОРОШКАМИ…..... 195

81. *В.О. Харжевський* СИНТЕЗ ВАЖІЛЬНИХ НАПРЯМНИХ МЕХАНІЗМІВ ЗА ЗАДАНИМИ ПАРАМЕТРАМИ ДІЛЯНКИ НАБЛИЖЕННЯ…….. 198

82. *С.В. Шостак, А.А. Вичавка, О.П. Бабак* ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ РОЛИКОВИХ ЕЛЕКТРОДІВ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ МАСЛЯНИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ..... 200

83. *Н.М. Яворська, С.Я. Підгайчук, О. С. Дробот* ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НАНОПОРОШКІВ НІТРИДІВ НА КОРОЗІЙНУ СТІЙКІСТЬ КОМПОЗИЦІЙНИХ ЕЛЕКТРОЛІТИЧНИХ ПОКРИТТІВ НА ОСНОВІ НІКЕЛЮ……..... 203

84. *Д.В. Прибега* ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ КОНТРОЛЕР РОЗПОДІЛЕННЯ МЕРЕЖІ……... 205

85. *Є.О. Коваль, Д.В. Прибега* РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ВІДОБРАЖЕННЯ ГРАФІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ МЕТОДОМ МЕХАНІЧНОЇ РОЗГОРТКИ ЗОБРАЖЕННЯ…… 209

Пам’яті друга і колеги Юрія Шалапко
Wspomnienia o Jerzym Shalapko

Усі ми живемо в часі, який об’єктивно змінюється і змінює усіх нас. І як би нам не хотілося щось повернути назад у цьому житті, для людини це є неможливим. Але є події та люди, які незалежно від обставин продовжують жити у наших серцях та спогадах. Такою унікальною особистістю був і залишиться назавжди для нас усіх наш колега, щирий і надійний друг, професор, доктор технічних наук, завідувач кафедри «Інженерної механіки та комп’ютерної графіки» Юрій Іванович Шалапко.

Трагічний збіг обставин обірвав життя молодого, талановитого науковця та вченого, справжнього друга українських та європейських науковців, доктора технічних наук, професора…

Осиротіла родина, втративши люблячого батька і чоловіка, його аспіранти більше ніколи не зможуть відчути надійне плече свого керівника, а студенти почути його прекрасні лекції, колектив університету втратив прекрасну людину, вдумливого науковця і організатора наукових форумів…

Пам'ять про нашого колегу, товариша і щирого друга буде жити у наших серцях і свідчення цього стала ця міжнародна конференція присвячена світлій пам’яті Юрія Івановича, яка стане традиційною.

З глибокою повагою до світлої пам’яті дорогого колеги,
Ректор ХНУ професор Микола Скиба

23 października 2015 roku odszedł od nas wspaniały człowiek, mentor, przyjaciel Prof. Jerzy Szalapko. Zginął tragicznie w górach które tak bardzo kochał i których się nie lękał. Miałem okazję się o tym przekonać podczas wspólnych wyjazdów na narty w Bukowel i Dragobrat. Jerzy dobrym humorem i żartem zjednywał sobie ludzi, należał do osób w towarzystwie których chciało się przebywać i wspólnie spędzać czas. Wiele spraw zostało niedokończonych, wiele planów już razem nie zrealizujemy, lecz zawsze będziesz blisko tych którzy mieli szansę Ciebie poznać przyjacielu. Cześć Twojej pamięci!

Prof. Piotr Bojar

Молодим, життєрадісним, активним, ініціативним, завжди усміхненим, привітним та доброзичливим – напевно, таким кожен, хто його знав, пам’ятає доктора технічних наук, професора, завідувача кафедри інженерної механіки та комп'ютерної графіки, координатора українсько-польського напряму міжнародної співпраці та директора Українсько-польського центру європейської інтеграції університету Юрія Івановича Шалапка.

Наш обов’язок перед світлою пам’яттю Юрія Івановича – продовжити його справи, втілити у життя всі його задуми і починання.

Він любив людей, любив сім'ю, любив творити, працювати, подорожувати і залишив пам'ять про свою всеосяжну любов до життя всім нам як приклад для наслідування і заповіт.

Проф. М.А. Йохна

Życie prof. Jurija Schalapko było wielką pasją, a nie pasywnym oczekiwaniem. Zostało niestety niespodziewanie, tragicznie przerwane. Odszedł od nas zaledwie w połowie drogi. To wielka strata i smutek dla nas wszystkich. Jurij w naszej pamięci pozostał jako znakomity nauczyciel akademicki, wspaniały uczony, oddany innym człowiek, kolega i przyjaciel na którego zawsze można było liczyć. Całe nasze środowisko straciło człowieka o wysokiej kulturze, o nienagannych manierach, wielkiej erudycji i nieprzeciętnym darze wymowy, pozwalającym na swobodną komunikację w wielu językach, nawiązywania współpracy, zjednywania przyjaciół. Trudno przecenić Jego wielki osobisty wkład w dzieło współpracy naukowej pomiędzy Polską a Ukrainą. Kontynuujemy to dzieło współpracy i głęboko wierzę, że patrząc teraz z góry będzie z nas dumny.

Prof. Mariusz Giergiel

Profesor Jurij Shalapko wspaniały człowiek, przyjaciel, naukowiec, którego działalności w zakresie współpracy ukraińsko-polskiej jest nieoceniona.

Działalność naukowa ***Profesora*** była związana głównie z szeroko pojętą mechaniką. W czerwcu 2013 roku Rada Wydziału Inżynierii Mechanicznej Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy nostryfikuje stopień naukowy doktora habilitowanego w naukach technicznych, dyscyplina: budowa i eksploatacja maszyn. Dzięki zaangażowaniu ***Profesora*** podpisano umowę między Chmielnickim Uniwersytetem Narodowym a Uniwersytetem w Bydgoszczy, której wynikiem jest wiele wspólnych przedsięwzięć.

Nie tylko działalność naukowa, a przede wszystkim pozytywne podejście do życia i otwartość na ludzi spowodowały, że w Bydgoszczy ***Profesor*** znalazł oddanych przyjaciół.

Jednak tragiczna śmierć spowodowała, że wiele wspólnych planów nigdy nie zostanie zrealizowanych.

Zawsze zostaniesz w naszej pamięci.

Prof. Janusz Musiał

Profesor Jerzy Shalapko w Polsce a w szczególności w Lublinie dał się poznać nie tylko jako uczony ale i entuzjasta rozwoju współpracy naukowo dydaktycznej polsko-ukraińskiej. Działalność w tym kierunku zaowocowała w latach od 2012 roku nie tylko wspólnymi publikacjami jak na przykład międzynarodowej konferencji AMME artykułem wspólnie y prof. K. Lenikiem pt. „FEM and Flow Simulation Module for selecting parameters in rotors flow system" czy tradycyjnie już, konferencjach w Jaremce ale i przyjęciem grup studentów z Ukrainy na studia magisterskie na Wydziale Podstaw Techniki Politechniki Lubelskiej. Jego inicjatywy, można powiedzieć upór w realizacja podwójnego dyplomu dla osiąganych efektów. Zwieńczeniem ich była Umowa o Współpracy zawarta między Chmielnickim Uniwersytem Narodowym a Politechniką Lubelską. Wydawało się, że będzie ona przez długie lata pilotowana przez prof. Jerzego Shalapko. Niestety jego przedwczesne odejście pogrążyło nas w smutku I żałobie. Naszemu przyjacielowi I koledze cześć pamięci, w której On żyje dalej i żyć będzie.

Prof. Klaudiusz Lenik

Швидко спливає час, який невблаганно забирає кращих, оселяючи їх у іншому, вічному вимірі. А ми за щоденними, буденними турботами, вирішенням якихось надзвичайно «важливих завдань» часто не можемо побачити і відчути справжній сенс земного буття. У нас просто не стає часу на такі дрібниці. І тільки у цьому пекучому болю втрати наших близьких, рідних і справжніх друзів починаємо по іншому сприймати оточуючий світ, людей які вже відійшли і тих, що нас оточують.

Юра жив за принципами ніколи нікому не шкодити, а при нагоді завжди допомагати. В особистому житті він разом з коханою дружиною Маринкою, яку щиро і по справжньому кохав створили міцну родину, подарувавши світові чудових сина і доню.

Юрій Іванович залишив по собі добрі справи і найкращу пам'ять як в Україні так і в світі. А справу міжнародної співпраці продовжать вже наші учні і послідовники.

Проф. Георгій Драпак

Навчаючись в Хмельницькому технологічному інституті дев'яностих роках минулого століття, ми вперше зустрілись з Юрієм Івановичем Шалапком - на той час молодим викладачем. Він з повагою ставився до студентів, намагався допомогти у будь-яких ситуаціях, вирішити проблемні питання, завжди був усміхнений та веселий. Вже тоді, у нас, студентів склалось враження, що це людина цілеспрямована, талановита, яка досягне у житті певних успіхів.

І дійсно, пройшов час, Юрій Іванович, захистив докторську дисертацію, став професором, завідувачем кафедри, започаткував в університеті міжнародну співпрацю, проводив міжнародні конференції. Нам дуже пощастило, що ми колишні учні стали його друзями та колегами по роботі. Юрій Іванович був повний сил та енергії, будував багато планів на майбутнє. Але доля розпорядилася по іншому. 23 жовтня 2015 року перестало битися серце талановитого науковця, відданого сім'янина, прекрасної людини, вірного товариша.

Світла пам'ять про Юрія Івановича Шалапка назавжди буде в серцях його учнів, колег та друзів.

Поліщук О.С., Пищенюк В.В.

Кажуть, Бог забирає найкращих. Минають дні тяжкої скорботи і печалі, як Юра пішов у вічність, залишивши нам на згадку спогади та смуток. Рано пішов від нас, це непоправна втрата для родини, друзів, знайомих, колег. Він був працьовитим, Людиною величезної душі, безсумнівної честі, Людиною життя.

Рідним не віриться, що вже ніколи не почують рідного голосу, батьківської поради. Не стирається рана і в наших душах, ми ніколи не зможемо повірити в те, що навіки перестало битися Його турботливе серце.

Він був для нас порадником, гарним другом.

Юрій Іванович завжди був і залишиться людиною глибокої мудрості та виняткової порядності. Його життєві принципи були прості: людяність, тактовність, доброта, яких, на жаль, не вистачає сучасному світу. Ми згадуємо Твої мудрі поради і повчання. Ти був працьовитою, справедливою та чуйною людиною. Не можемо уявити, що Ти ніколи не усміхнешся…

Нехай земля Тобі буде пухом, а душі – Царство Небесне.

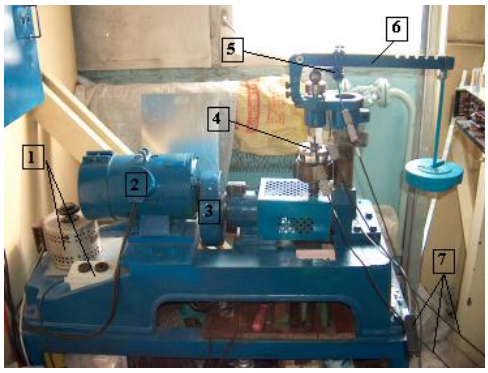
Алла Герц

UCD 531

WYKORZYSTANIE WSPOMAGANIA KOMPUTEROWEGO DO REJESTRACJI I OCENY PROCESÓW TARCIA

Aneta Duda, dr
Klaudiusz Lenik, prof. dr hab. inż.
Wydział Podstaw Techniki
Politechnika Lubelska, Polska
a.duda@pollub.pl, wpt@pollub.pl

W pracy przedstawiono możliwość wykorzystania wspomagania komputerowego do rejestracji i oceny procesów tarcia. Ocenę odporności na zużycie ścierne materiałów eutektycznych przeprowadzono na zmodernizowanej maszynie Amslera, (rys.1).



1-zasilanie i sterowanie; 2- silnik elektryczny; 3-przekładnia planetarna; 4-głowica badawcza z czujnikiem momentu tarcia; 5-czujnik siły obciążenia; 6-układ obciążający; 7-przyłącza do układu rejestrująco – pomiarowego
Rys. 1. Widok ogólny zmodernizowanej maszyny Amslera.

Stanowisko badawcze wyposażono w zmodernizowany układ pomiarowo – rejestrujący ze wspomaganiem komputerowym. Zaprojektowane stanowisko pomiarowe z mikroprocesorowym rejestratorem X-Yi Y – t umożliwia rejestrację i ocenę danych uzyskiwanych na maszynie Amslera.

Badania tarcia przeprowadzono na próbkach pokrytych materiałem eutektycznym na bazie układu Fe-Mn-C-B. Głowica badawcza z czujnikiem momentu tarcia umożliwia badanie procesu tarcia wg schematu trzpień – tarcza (pin of disk). Układ rejestrująco – pomiarowy zaprojektowany pod nazwą Tribol 1 umożliwia monitoring takich wielkości jak: siły docisku; prędkości względnej układu pary trącej; drogi tarcia; momentu tarcia; wielkości zużycia liniowego.

Realizacja pomiarów założonych parametrów w procesie tarcia, polega na wykorzystaniu tensometrii pomiarowej i zastąpienia układu mechanicznego – układem elektronicznym.

Każda z opracowanych procedur (POMIAR, ODCZYT Z DYSKU, PRAMATRY WYKRESÓW, SKALOWANIE, SYMULACJA, KONIEC PRACY) posiada własne funkcje. Do wyboru procedur i ich funkcji służą klawisze ze strzałkami oraz klawisz „Enter”.

Otrzymane wyniki pozwalają monitorować badany proces tarcia i zużycia

Bibliografia

[1] Barszcz M., Pashechko M., Lenik K.: Samoorganizacja powierzchni tarcia, powłoki Fe-Mn-C-B o zwiększonej odporności na zużycie ścierne; Prace Szkoły Inżynierii Materiałowej : 42 Szkoła Inżynierii Materiałowej, Kraków-Rytro, 23-26.09.2014; [Red:] Pacyna Jerzy - Kraków: AKAPIT, 2014, s. 185-190.

UDC 007.52:004.052.3

VIRTUALIZATION/CLOUD TECHNOLOGY IN ROS-BASED MOBILE ROBOTS SYSTEMS

Tomasz Buratowski dr hab inż, e-mail: tburatow@agh.edu.pl
Mariusz Giergiel dr hab inż, prof. AGH, e-mail: giergiel@agh.edu.pl
Andrii Kudriashov mgr inż, doktorant, e-mail: andrii.kudriashov@gmail.com
AGH University of Science and Technology, Poland

In this paper modern concepts of virtualization and cloud technology has been analyzed in applying to robotic solutions. During research, private cloud, based on opensource OpenStack clould server, has been deployed on mobile robot (MR) base control computer.

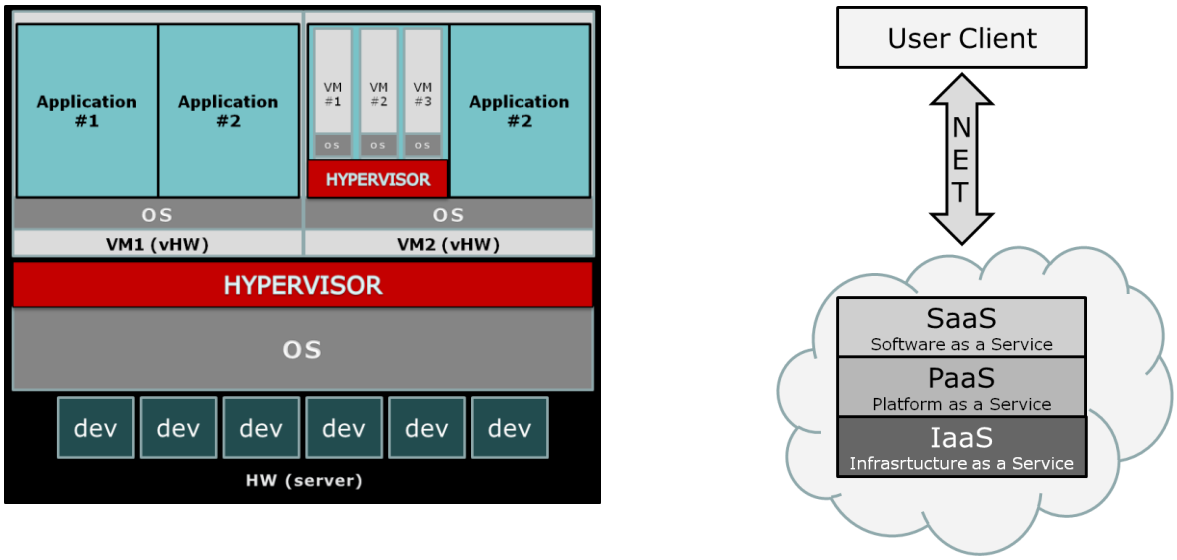


Image 1.Virtualization and cloud concepts

As control system for MR is chosen ROS (Robot Operation System), which is designed as a distributed Opensource system for robotic applications. Each of ROS nodes might be deployed on separate machines which connected with Master-node by TCP/IP.

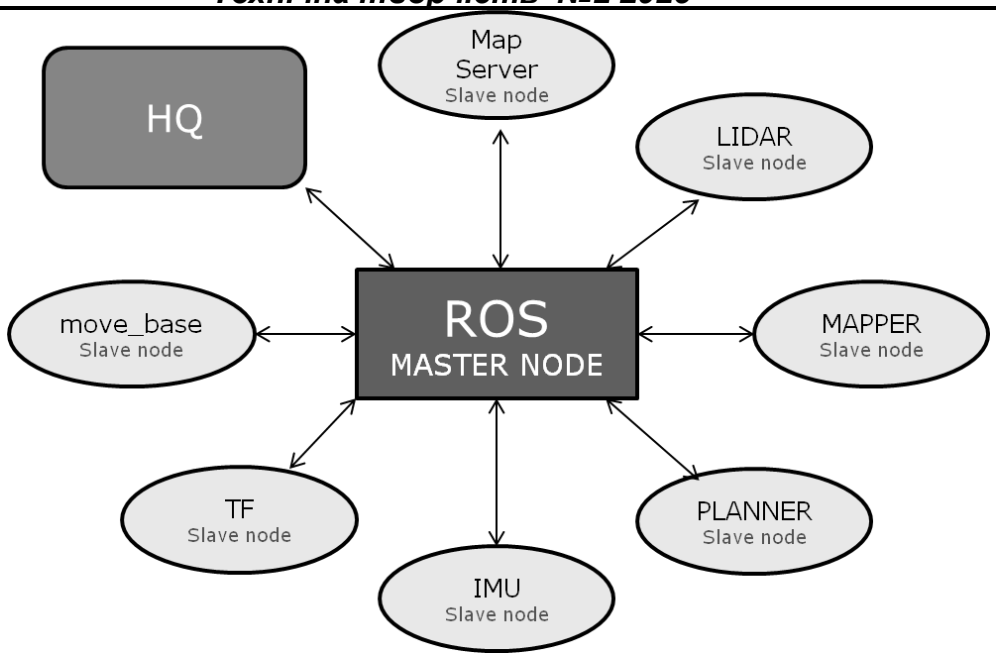


Image 2. ROS distributed nodes application

In summary there was prepared statement of profits (scalability and availability) and losses (extended hardware requirements) in virtualization and robotics integration.

Bibliografia

[1] ROS Wiki. http://wiki.ros.org/, [access: 30.03.2016].
[2] Openstack Wiki. https://wiki.openstack.org/, [access: 30.03.2016].
[3] Github. https://github.com/karmeluk/robot_karmeluk, [access: 30.03.2016].

EXPERIMENTAL RESEARCH OF SEDIMENTATION INFLUENCE FOR CLUTCH WITH MAGNETORHEOLOGICAL FLUID

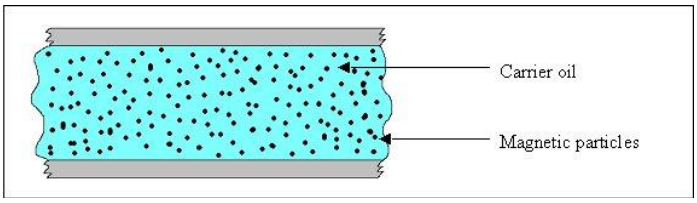
E.Dragašius, E.D., prof., egidijus.dragasius@ktu.lt
J. Vėžys, J.V., Ph.D., joris.vezys@ktu.edu
D.Mažeika, D.M., lect.dr., Kaunas University of Technology, Lithuania, darius.mazeika@ktu.lt

Introduction

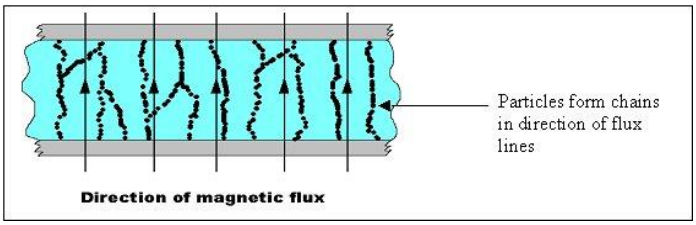
Magnetorheological fluid (MR fluid) is a type of smart fluid in a carrier fluid, usually a type of oil. When subjected to a magnetic field, the fluid greatly increases its apparent viscosity, to the point of becoming a viscoelastic solid. Importantly, the yield stress of the fluid when in its active („on“) state can be controlled very accurately by varying the magnetic field intensity. The upshot is that the fluid‘s ability to transmit force can be controlled with an electromagnet, which gives rise to its many possible control-based applications. Extensive discussions of the physics and applications of MR fluids can be found in a recent book.[1]

Theory

The magnetic particles, which are typically micrometer or nanometer scale spheres or ellipsoids, are suspended within the carrier oil are distributed randomly and in suspension under normal circumstances, as below.



When a magnetic field is applied, however, the microscopic particles (usually in the 0.1–10 μm range) align themselves along the lines of magnetic flux, see below.



Ferroparticles settle out of the suspension over time due to the inherent density difference between the particles and their carrier fluid. The rate and degree to which this occurs is one of the primary attributes considered in industry when implementing or designing an MR device. Surfactants are typically used to offset this effect, but at a cost of the fluid's magnetic saturation, and thus the maximum yield stress exhibited in its activated state.

Experimental setup

Clutch with magnetorheological fluid is shown in 1.1 figure.

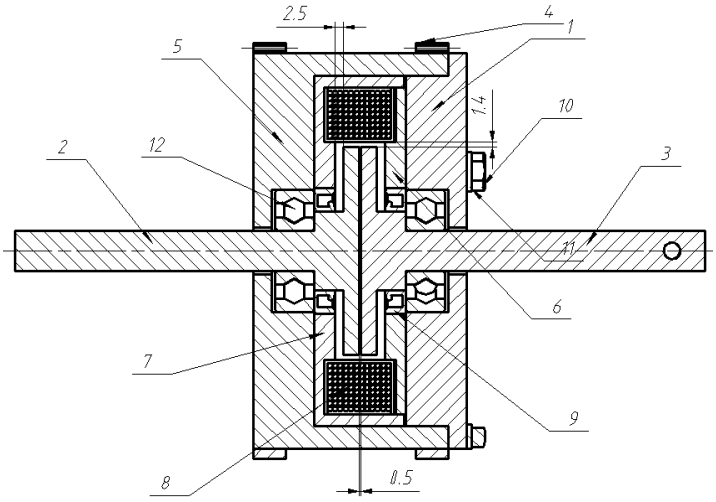
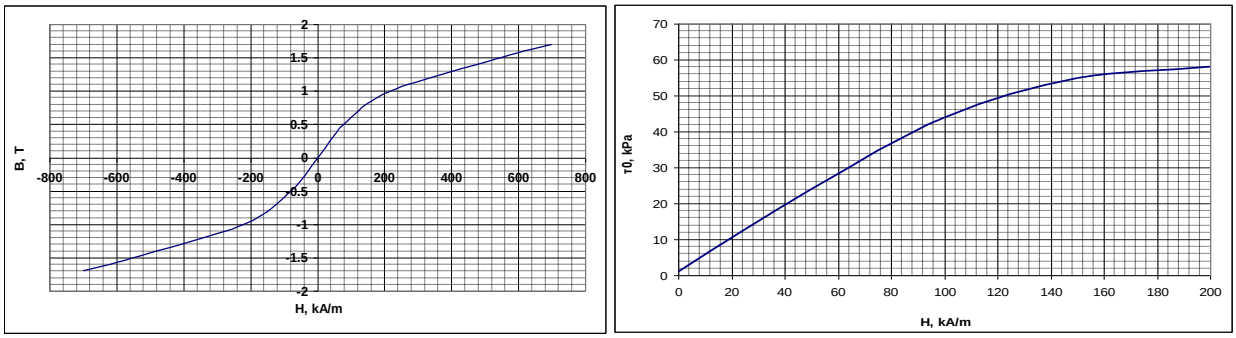


Fig. 1.1 Clutch with magnetorheological fluid: 1 – body cap, 2 – input shaft, 3 – output shaft, 4 – round shape contact, 5 – body, 6, 7 – Magnetic conductor, 8 – induction coil, 9 – sealant, 10 – MR fluid filling hole cap, 11 – sealant, 12 – ball bearing

Clutch with magnetorheological fluid can be activated using magnetic field. This field can be generated by induction coil. For better magnetic lines concentration

induction coil was inserted in magnetic conductor. Round shape contacts are necessary that to transfer electric current to induction coil. Also if clutch body will be fixed, this system works like a brake. Clutch with magnetorheological fluid operating principle is based on fluid viscosity changes. When magnetic field is generated magnetic lines affects MER fluid iron particles. These particles connect each other and hold on magnetic field lines. Whereas particles are not moving, they hinder the free movement of oil. The fluid viscosity became very high. Also the disc can't move freely. Therefore, it is possible to change engine transferring moment transmitted to the output shaft.

"MRF-140CG" fluid characteristics were shown in 1.2 figure:



a) **b)**

Fig. 1.2 MRF-140CG fluid characteristics: a) – magnetic field properties; b) – yield strength dependence of the magnetic field strength [2]

Results

In our experiment we decide to measure current dependence on torque in magnetorheological clutch. This clutch was tested several times to get results with higher resolution. We have measured when fluid was fully stirred. Then experimental set were left resting for 3 months for the settlement of particles. After that repeated measurements were done. The same was done after 6 months. Results are shown in figure 1.3.

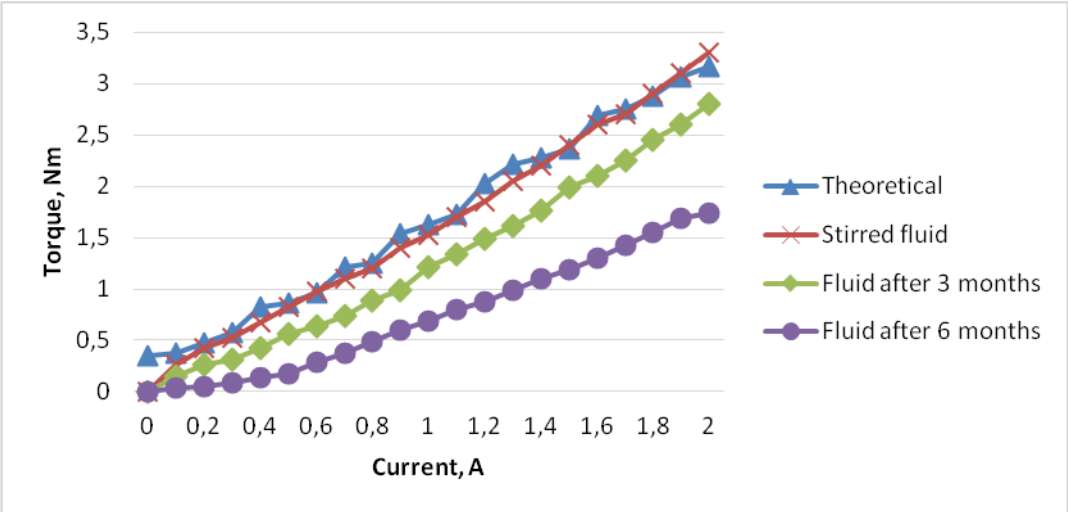


Fig. 1.3 Current dependence on torque in magnetorheological clutch

Conclusions

As we can see from experimental results, when particles settle in the magnetorheological fluid its properties are getting worse. When fluid is fully stirred and there is no sedimentation, results are nearly theoretical. But after three months, when sedimentation in fluid occurs, the torque becomes lower in all range of magnetic field strength. After more time (6 months) torque continue to decrease. Normal working conditions of this clutch are not enough to mix all the fluid and some particles are still settled. It affects working of the MR fluid. We recommend to use some kind of rheological fluid mixers in this type of MR fluid application, to avoid sedimentation consequences. The coefficient to evaluate sedimentation influence was calculated. Let's name it k. After three months $k \approx 0.85$, after six months $k \approx 0.53$.

Bibliographic

[1] https://en.wikipedia.org/wiki/Magnetorheological_fluid
[2] http://www.lordfulfillment.com/upload/DS7012.pdf

UDC 004.896:007.52

WHEELED MOBILE ROBOT NAVIGATION STACK (ROS) WITH LIDAR APPLICATION

dr hab inż Tomasz Buratowski, e-mail: tburatow@agh.edu.pl
dr hab inż Mariusz Giergiel, prof. AGH, e-mail: giergiel@agh.edu.pl
mgr inż Andrii Kudriashov, doktorant, e-mail: andrii.kudriashov@gmail.com
AGH University of Science and Technology, Poland

Navigation system for autonomic wheeled mobile robot that works on Robot Operation System (ROS) has been developed in this research. For a mobile robot platform (MR, image 1-2) was used 4-wheeled robot that is designed for full-autonomous work in a rough terrain and has base computer controller which supports ROS hardware and software requirements.

Image 1. Mobile robot CAD model

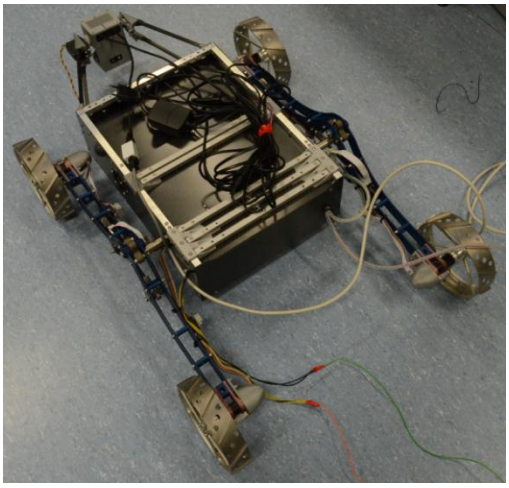


Image 2. Physical prototype with LIDAR

Navigation Stack in ROS, that is presented on image 3, is an integrated application consisted of several components needed for map creating and MR moving. The most important for trajectory planning components are SLAM and Planner. SLAM uses LIDAR measures to create current localization map with MR position. Human Controller or additional component (in exploration mode) sends a localization goal to reach and Planner, based on generated by SLAM array of map points, prepares most appropriate trajectory and sends messages with linear and radial velocities for each MR wheel (image 4).

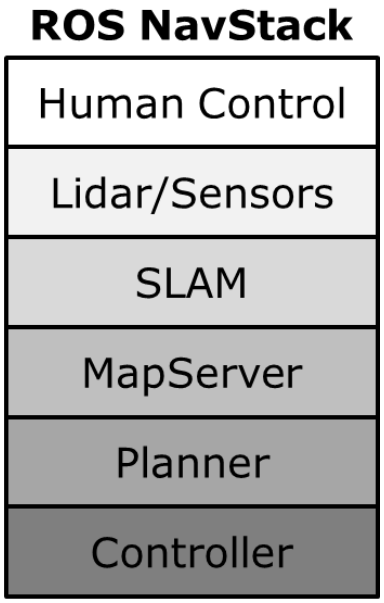


Image 3. Navigation stack diagram

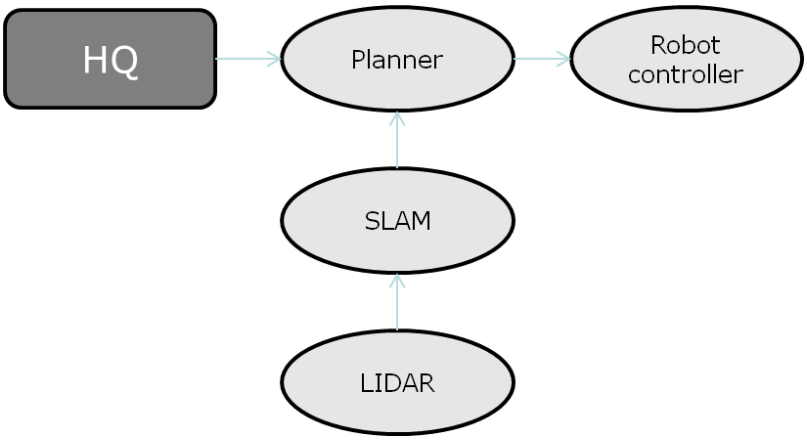


Image 4. Trajectory planning process in ROS Navigation Stack

In last part of paper you can find result of laboratory (image 5) and simulated terrain autonomous tests on MR with designed Navigation Stack and summary of finished work.

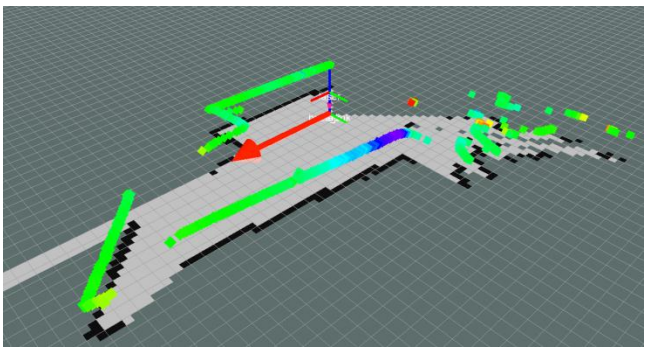


Image 5. Generated in laboratory map

Bibliografia

[1] Ciszewski M., Buratowski T., Giergiel M., Kudriashov A., Seweryn K., Teter W., Zwierzyński A., Uhl T. (2015), Inspection robot scaner system based on a LiDAR mapping solution, Study of problems in modern science: new technologies in engineering, advanced management, efficiency of social institutions (Issue 2), pp. 354–367.

[2] Buratowski T., Dabrowski B., Uhl T., Banaszkiewicz M. (2010), The precise odometry navigation for the group of robots, Schedae Informatica, 19:99–111.
[3] Ciszewski M., Buratowski T., Giergiel M., Seweryn K., Teper W., Zwierzyński A. J., Uhl T., (2015), Mobile platform for a drilling system, European Conference for Aeronautics and Space Sciences : 29 June–2 July 2015, Kraków, pp. 1-10, [access: https://it.cborg.info/EUCASS2015/ , 30.03.2016]
[4] Github. https://github.com/karmeluk/robot_karmeluk, [access: 30.03.2016].
[5] Cannon H.N., Stoker C.C., Dunagan S.E., Davis K., Javier G-E., Glass B.J., Lemke L.G., Miller D., Bonaccorsi R., Branson M., Christa S., Rodriguez-Manfredi J.A., Mumm E., Paulsen G., Roman M., Winterholler A., and Zavaleta J.R., (2007), Marte, Technology development and lessons learned from a mars drilling mission simulation, Journal of Field Robotics, 24(10):877–905.
[6] Heritage G.L., Large A.R.G., (2009) Laser Scanning for the Environmental Sciences, Wiley-Blackwell, pp. 3-5.

UDC 696

EFEKTY ENERGETYCZNE I EKONOMICZNE MODERNIZACJI OBIEKTU

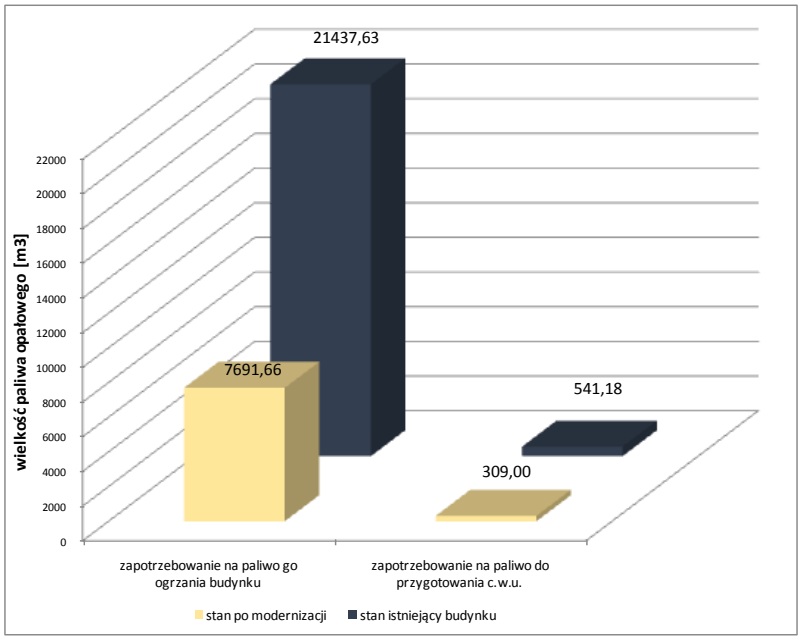
Arleta Chuba, student, I rok studia II-go stopnia, inżynier
arleta_chuba@wp.pl
Dorota Wójcicka-Migasiuk, dr hab. inż., prof.
d.wójcicka-migasiuk@pollub.pl
Politechnika Lubelska, Polska

W artykule przedstawiono koncepcję termomodernizacji obiektu, wybudowanego w technologii wielkopłytowej oraz proces przewidywania efektów energetycznych i ekonomicznych wynikających z przeprowadzonych prac. Uznanym sposobem zredukowania kosztów utrzymania obiektu jest zmniejszenie ilości zapotrzebowania budynku na ciepło. Obliczenie zapotrzebowania na energię cieplną bazuje na metodzie quasi- statycznej, która pozwala na wyznaczenie bilansu cieplnego dla całego sezonu grzewczego. Metoda ta uwzględnia straty ciepła przez przenikanie, straty energii cieplnej wywołane przez powietrze wentylacyjne, a także zyski ciepła na skutek promieniowania słonecznego. Proces obliczeń określony jest w oparciu o stosowane normy i dyrektywy, natomiast procedury prognozowania przedstawiono w oparciu o oryginalną analizę. [1-2]

Założono, że termomodernizacja budynku obejmuje wymianę okien i drzwi zewnętrznych, docieplenie ścian zewnętrznych, pokryciem nowym tynkiem oraz modernizację instalacji grzewczej. Uwzględniono także montaż instalacji słonecznej, przeznaczonej do podgrzewu ciepłej wody użytkowej. Przeprowadzenie takiego rodzaju procesu niesie za sobą szereg korzyści, m.in.: podnosi komfort użytkowania budynku, poprawia warunki klimatyczne pomieszczeń, zmniejsza koszty związane z pokryciem potrzeb energetycznych obiektu oraz wpływa na poprawę jakości środowiska naturalnego, także poprzez redukcję emisji zanieczyszczeń pochodzących ze spalania paliw konwencjonalnych. Podstawowym założeniem wynikającym z

zapisów w Dyrektywie UE odnośnie charakterystyki energetycznej budynków jest promowanie budownictwa energooszczędnego i pasywnego oraz wprowadzania zmian, zmierzających do zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych do atmosfery. Termomodernizacja obiektów, wybudowanych w systemie wielkopłytowym jest konieczna, ponieważ przynosi szereg efektów energetycznych i ekonomicznych.

Przedstawiona w artykule analiza obejmuje obliczenia zużycia energii, ilości paliwa potrzebnego do ogrzania budynku, kosztów sezonowych oraz przewidywanie na kolejne lata. Prognozowaną ocenę efektów przedstawiono na Rys 1.



Rys. 1. Przykładowe efekty energetyczne wynikające z modernizacji

Bibliografia

[1] Wójcicka- Migasiuk D. The local hybrid power system MOTROL. MOTORYZACJA I ENERGETYKA ROLNICTWA – 2014, nr 4, vol. 16, s. 105-111

[2] Wójcicka- Migasiuk D. Der Einsatz von Solarenergie : eine Heraus-Forderung zur Materialstudie W: Angewandte Philosophie; Lublin: Studio Raster, 2014, s. 85-97

UDC 62-932.4

ANALYTICAL AND COMPUTER MODELING OF IMPACT OF A STANDING ULTRASONIC WAVE ON PARTICLES IN LIQUID

Vytautas Ostasevicius, Doctor Habilitus, Professor
Ievgeniia Golinka
Kaunas University of Technology, 17 Donelaičio str., 44239
Kaunas,Lithuania, E-mail: vytautas.ostasevicius@ktu.lt, ievgeniia.golinka@ktu.lt

Abstract: In this paper we consider the complexity of the analytical calculation of viscous non-Newtonian liquids, one of which is human blood. The

main laws for which there is a calculation flow and movement of suspended particles in the field of action Ultrasonic standing waves on a viscous liquid. Embodiment calculation parameters of the liquid product via software Comsol Multiphysics also considered.

Keywords: studying of a stream, ultrasonic standing wave.

The review of nowadays existing devices for purification of blood showed that division of multicomponent liquids by means of a standing sound wave happens in microchannel devices. It allows to look through a variable component for development of similar devices. Determination of necessary frequencies for works, limit values of acoustic pressure, which is maintained by covers of elements of blood, and other physical parameters, which influence them. Process is based on possibility of erythrocytes as heavier particles and more inert which get off to the center of the standing sound wave, from easier and mobile lipids, which under action of sound pressure have property, will be distributed on wave amplitudes. For use of this method of blood purification from lipids in clinical the condition at large volumes isn't present known experiences.

Studying behavior of liquid at influence of external factors, it is necessary to consider property of the chosen type non-Newtonian liquids, such as viscosity, speed of distribution of a sound wave and density. To solve this objectives using the Navier-Stokes equation, which has the following traditional form:

$$\frac{du}{dt} = -(u \cdot \nabla) \cdot u - \frac{1}{\rho}\nabla p + \gamma \nabla^2 u + f, \tag{1}$$

where, $(u \cdot \nabla) \cdot u$ - is the divergence on a velocity, $-\frac{1}{\rho}\nabla p$ the movement of particles with change of pressure, in particular transition from sites with a high pressure, the two parts are viscosity (γ) and Laplacian (∇^2) and f is any other forces acting on the substance.

In the second step Newton's equation of motion:

$$\overrightarrow{F_A}(\overrightarrow{r_p}) + \overrightarrow{F_{St}}(\overrightarrow{r_p}) + \overrightarrow{F_g} + \overrightarrow{F_b} = \frac{4\pi a^3}{3}\rho_p \frac{d^2}{dt^2}\overrightarrow{r_p} \tag{2}$$

for the suspended particles were solved to obtain the particle traces $\overrightarrow{r_p}$ (t) , whereby $\overrightarrow{F_A}(\overrightarrow{r_p})$ is the primary acoustic radiation force in axial (vertical) direction given by Eq. (4), $\overrightarrow{F_{St}}(\overrightarrow{r_p})$ is the Stokes force:

$$\overrightarrow{F_{St}}(\overrightarrow{r_p}) = -6\pi\eta a(\overrightarrow{v_p} - \overrightarrow{v_f}), \tag{3}$$

η the viscosity of the liquid, *a* the particle radius, $\overrightarrow{v_p}$ and $\overrightarrow{v_f}$ are the velocities of the particle and the fluid, respectively, $\overrightarrow{F_g}$ is the gravity and $\overrightarrow{F_b}$ is the buoyancy force and ρ_p the mass density of the particle.

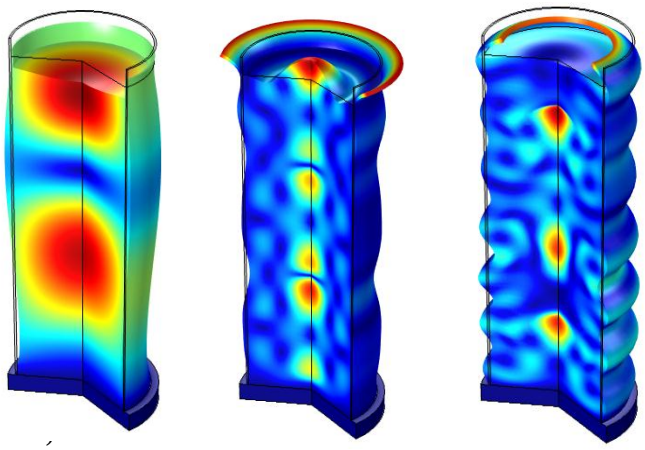
The main force in the propagation direction of the standing sound wave is the strongest force, which almost instantaneously drives the particles towards the antinode or node planes of the applied alternating acoustic displacement velocity field

$$\overrightarrow{F_A}(\overrightarrow{r_p}) = 4\pi\vec{k}a^3\langle E_{ac}\rangle K(\rho_f, \rho_p, c_f, c_p)\sin(2\vec{k}\overrightarrow{r_p}), \quad (4)$$

whereby $\overrightarrow{r_p}$ is the locus vector,*k* the wave vector, *a* the particle radius, $\langle E_{ac}\rangle$ the time averaged acoustic energy density, $K(\rho_f, \rho_p, c_f, c_p)$ the acoustic contrast factor, ρ_f, ρ_p density of fluid and particle, c_f, c_p sound speed in

fluid and particle, respectively.

Using these basic equations, the model in the program Comsol Multiphysics environment model of a cylindrical glass flask in which the piezoceramic plate settled down from below has been made, and the ultrasonic wave extended along cylinder walls (figure 1)



a) **b)** **c)**

Figure 1 - Changing fluid pressure in the passage of the ultrasonic waves of different frequencies
a) 65 kHz, b) 250 kHz, c) 350 kHz

As it has been described above, at change of pressure, the movement of particles will be sent from a zone of a high pressure to a zone of low pressure. In order that it will be convinced of our analytical calculations, it is necessary to enter into system of a particle which size will be equal to 5-8 microns. Further it will give us the accurate formulation for creation of a prototype.

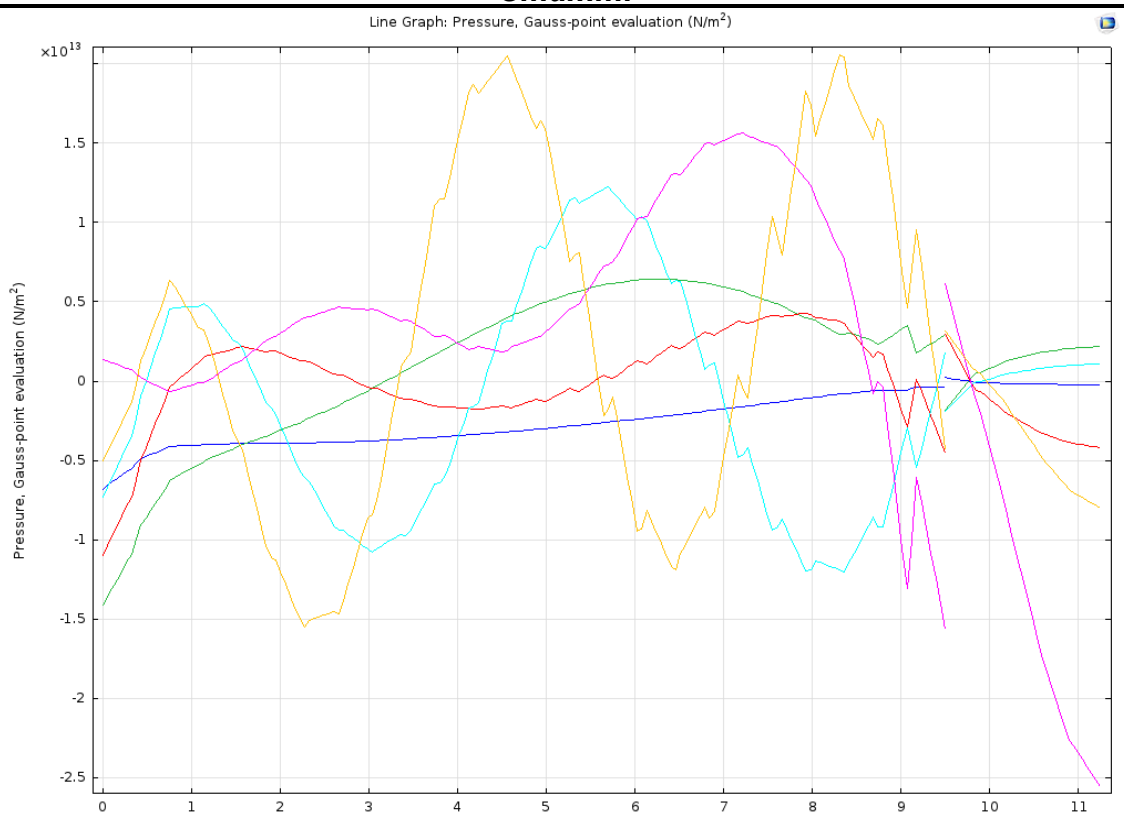


Figure 2 - Change of value of pressure on an internal wall of a flask, depending on fashion of a standing ultrasonic wave

Conclusions

The review of the existing ways division of erythrocytes from plasma of blood and purification of blood of lipids, allowed to reveal shortcomings of the existing methods. Checking correctness of the hypothesis about the use of volumetric capacities for the separation was carried out computer simulations of blood purification. In further it is necessary to complicate a task, having added the quantity of microparticles characteristic of human blood to model. Also to develop the difficult closed system with a possibility of division of streams into the main components.The subsequent tasks which face us - development of the stream device for purification of blood.

Bibliographic

[1] Filip Petersson, Lena Aberg, Ann-Margret Sward-Nilsson, and Thomas Laurell. Free Flow Acoustophoresis: Microfluidic-Based Mode of Particle and Cell Separation Anal. Chem. 2007, 79, 5117-5123 http://www.elmat.lth.se/fileadmin/user_upload/Publications/07_AC_Petersson.pdf

[2] Diana G. Sadikova, Timofey N. Pashovkin Cell Concentration and Separation in the Field of a Standing Ultrasonic Wave for Medicine and Biotechnology Open Journal of Biophysics, 2013, 3, 70-75

[3] G. D. Skotis, D. R. S. Cumming, J. N. Roberts, M. O. Riehle and A. L. Bernassau. Dynamic acoustic field activated cell separation (DAFACS) Lab chip 2015, **15**, 802-810 http://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2015/lc/c4lc01153h

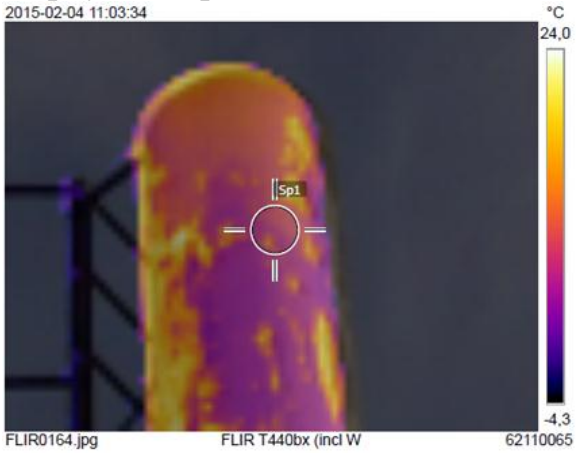
[4] E. Benes, M. Gröschl, H. Nowotny, F. Trampler, T. Keijzer1, H. Böhm, S. Radel, L. Gherardini, J.J. Hawkes, R. König, Ch. Delouvroy. Ultrasonic separation of suspended particles. 2001 IEEE International Ultrasonics Symposium. Atlanta, Georgia, USA, Oct. 7-10, 2001

UCD 699

ANALIZA TRANSPORTU CIEPŁA NA PODSTAWIE OBRAZÓW MULTI-SPEKTRALNYCH ELEMENTÓW KONSTRUKCJI KOMINÓW

Małgorzata Dziewiczkiewicz, student, I rok studia II-go stopnia, inżynier
malgorzatadziewiczkiewicz@gmail.com
Dorota Wójcicka-Migasiuk, dr hab. inż., prof.,
d.wójcicka-migasiuk@pollub.pl
Politechnika Lubelska, Polska

W artykule przedstawiono przykład wykorzystania nieniszczącej metody diagnozowania stanu kominów za pomocą urządzeń termowizyjnych oraz analizę tak pozyskanych wyników. Badania termowizyjne zostały przeprowadzone na dwóch kominach o różnej budowie (murowanym i stalowym). Celem przeprowadzonej analizy było sprawdzenie dokładnego rozkładu wartości temperatury na powierzchni badanych obiektów, ocena stanu kominów, wskazanie ubytków w strukturze oraz ocena ich udziału w stratach ciepła badanego obiektu. Kamera termowizyjna, korzystając z zebranych wartości emitowanego promieniowania podczerwonego, oprócz barwnych obrazów odwzorowuje również rozkład temperatur obserwowanego obiektu. Obrazowanie multispektralne znajduje zastosowanie w wielu dziedzinach. W dziedzinie geografii służy do zbierania informacji geograficznych, w szczególności w Systemach Informacji o Terenie. Dane multispektralne pozwalają na zdobycie dużo pełniejszej informacji o terenie, niż zwykła fotografia satelitarna. Na podstawie badania światła odbitego poprzez różne fragmenty obszaru można wnioskować na temat rodzaju skał oraz składu i wilgotności gleby. W dziedzinie meteorologii obrazy wielospektralne pozwalają na przeprowadzenie badań rozkładu koncentracji pary wodnej, oraz rozkładów temperatur gruntu, wody, jak i mas powietrza [1]. Dzięki takiemu obrazowaniu można zidentyfikować obiekty częściowo ukryte, które są niewidoczne w obrazie z tradycyjnych kamer kolorowych lub za pomocą obserwacji bezpośredniej. Wyniki uzyskane podczas takiej analizy są podstawą do zaplanowania i ukierunkowania prac remontowych obiektów oraz wykazują dużą przydatność techniki termowizyjnej w badaniu obiektów niedostępnych bezpośrednio.



Rys. 1. Przykładowy obraz multispektralny badanego obiektu znajdującego się na wysokości 5 m

Bibliografia

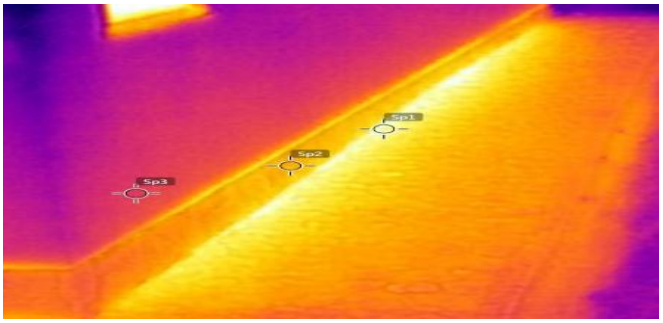
[1] Urzędowski A, Wójcicka-Migasiuk D., *Visual analysis of heat transport in unique object*, ADVANCES IN SCIENCE AND TECHNOLOGY RESEARCH JOURNAL - 2015, nr 28, vol. 9, s. 153-159

UDC 699

ANALIZA ZAPOTRZEBOWANIA, STRAT I ZYSKÓW ENERGII W BUDYNKU PASYWNYM Z WYKORZYSTANIEM TECHNIKI TERMOWIZJI

Urzędowski Arkadiusz, mgr inż.,a.urzedowski@pollub.pl
Wójcicka-Migasiuk Dorota, dr hab. inż., prof. PL, d.wojcicka-migasiuk@pollub.pl
Wydział Podstaw Techniki Politechniki Lubelskiej

Standardy w budownictwie pasywnym opracowane zostały w 1996 roku w Darmstadt w Niemczech i obowiązują do dziś. Kluczem uzyskania wysokiego komfortu cieplnego przy niskim zużyciu energii jest zapewnienie tzw. efektywności energetycznej budynku. Znaczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię, w szczególności do ogrzewania, zapewnia bardzo dobra izolacja przegród o współczynniku przenikania ciepła $U \leq 0{,}15$ W/m^{2}K, przy maksymalnej eliminacji mostków cieplnych [1].



Rys.1. Przykład spływu strat ciepła cokołu zobrazowany techniką termowizyjną

Budynek pasywny powinien charakteryzować się ekstremalnie niskim zapotrzebowaniem na energię cieplną, wynoszącym maksimum 15 kWh/m^2/rok. Uzyskanie tak niskiego wyniku nie może odbyć się kosztem wzrostu użycia energii do innych celów - przygotowywanie c.w.u., energia elektryczna w gospodarstwie domowym, oświetlenie - łącznie nie może przekraczać 120 kWh/m^2/rok.

Całkowite zyski ciepła w strefie ogrzewanej są sumą miesięcznych zysków ciepła od promieniowania słonecznego przez okna, drzwi balkonowe lub powierzchnie oszklone oraz miesięcznych wewnętrznych zysków ciepła. Uwzględniają także pozyskiwanie energii z odnawialnych źródeł w celu doświetlania pomieszczeń [2].

Aby sprostać wymaganiom stawianym domom pasywnym, budynki te muszą charakteryzować się: zwartą bryłą, bardzo dobrą termoizolacją, południową orientacją i uwzględnieniem zadrzewienia, energooszczędnymi oknami i drzwiami,

szczelnością powietrznych przegród zewnętrznych, pasywnym podgrzewaniem wstępnym powietrza świeżego, efektywnym odzyskiem ciepła z powietrza usuwanego oraz wyposażeniem w energooszczędny sprzęt gospodarstwa domowego.

Bibliografia

[1] Urzędowski A., Wójcicka-Migasiuk D.: Kształtowanie powierzchni materiałów przy projektowaniu kanałów doświetlających, Prace Szkoły Inżynierii Materiałowej:42 Szkoła Inżynierii Materiałowej, Kraków-Rytro 2014, s. 345-351

[2] Urzędowski A., Wójcicka-Migasiuk D.: Visual analysis of heat transport in unique object, Advances in science and technology research journal, 2015, nr 28, vol. 9, s. 153-159

УДК 621. 9.048.6

ПОБУДОВА І АНАЛІЗ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ УЛЬТРАЗВУКОВОГО РІЗАННЯ В'ЯЗКО-ПРУЖНИХ МАТЕРІАЛІВ

Аль-Яфаі Наср, аспірант, (Хмельницький національний університет), abonizara@yahoo.com

Місяць В.П. д.т.н., проф., (Київський національний університет технологій та дизайну), misiats@bigmir.net

В роботі [1] нами було представлено гіпотезу для математичного обґрунтування зменшення зусилля різання в'язко-пружних матеріалів (натуральна шкіра, полімери і ін.) при поперечних ультразвукових коливаннях ріжучого інструменту. Процес руху ножа в розрізі матеріалу може бути розглянутий при умові періодичного деформування його бічними поверхнями в'язко-пружного матеріалу і наявності сили тертя між ними [1].

При цьому зменшення роботи тертя при ультразвуковому різанні може мати місце в результаті періодичного відриву поверхонь ножа від поверхні матеріалу. Після чого відбуватиметься в'язко-пружне відновлення деформованого матеріалу аж до моменту поновлення контакту з ножем.

Математична модель процесу ультразвукового різання отримана нами на основі фізичної моделі Кельвіна-Фогта, яка складається з пружини і демпфера, що з'єднані паралельно [2]. Диференціальне рівняння моделі Кельвіна-Фогта має вигляд:

$$\sigma = E \cdot \varepsilon + \eta \cdot \frac{d\varepsilon}{dt}, \qquad (1)$$

де σ - напруження в пружному елементі; ε деформація моделі; E - модуль пружності (Н/м^2); η - в'язкість (Н·с/м^2).

В процесі ультразвукового різання матеріалу ножем, що коливається деформація матеріалу в нормальному напрямі до бічних поверхонь ножа має дві складових:

$$\varepsilon = \varepsilon_0 + \varepsilon_{кол}, \qquad (2)$$

де ε_0 - деформація, що обумовлена товщиною ножа; $\varepsilon_{кол}$ - періодична деформація, обумовлена коливаннями ножа в радіальному напрямі.

$$\varepsilon_{кол} = a \cdot sin(\omega \cdot t), \tag{3}$$

де a - амплітуда коливань; ω циклічна частота коливань; t - час.

З урахуванням (3) рівняння (2) має вигляд:

$$\varepsilon = \varepsilon_0 + a \cdot sin(\omega \cdot t). \tag{4}$$

Тоді швидкість деформації:

$$\frac{d\varepsilon}{dt} = a \cdot \omega \cdot cos(\omega \cdot t). \tag{5}$$

З урахуванням (4) і (5), рівняння (1) приймає вигляд:

$$\sigma = E \cdot \left[\varepsilon_0 + a \cdot sin(\omega t)\right] + \eta \cdot a \cdot \omega \cdot cos(\omega t). \tag{6}$$

Перепишемо рівняння (6) враховуючи, що $\omega = \frac{2\pi n}{t}$ і $t = \frac{n}{\nu}$:

$$\sigma = E \cdot \left[\varepsilon_0 + a \cdot sin(2\pi n)\right] + \eta \cdot a \cdot \frac{2\pi}{\nu} \cdot cos(2\pi n), \tag{7}$$

де n - кількість повних циклів коливань; ν - частота коливань (Гц).

Процес взаємодії поверхонь ножа і матеріалу розглядаємо протягом одного повного циклу, тобто $n = 0...1$. При n=0...0,25 відбувається зростання деформації $\varepsilon_{кол}$ і напруження σ від мінімальних до максимальних значень.

На проміжку n=0...$n(\sigma_{max})$ напруження σ досягає максимального значення, яке потім зменшується до напруження, обумовленого тільки пружним елементом (при $d\varepsilon/dt = 0$).

Розглянемо деформацію моделі при $n > 0{,}25$. Зробимо припущення, що швидкість відновлення деформації матеріалу менша за швидкість коливального переміщення поверхні ножа, тобто контакт поверхонь відсутній і напруження, що обумовлює силу тертя ножа по матеріалу $\sigma_к = 0$. при цьому деформація матеріалу відновлюється згідно рівнянню:

$$\varepsilon = (\varepsilon_0 + a) \cdot exp\left(-\frac{E}{\eta \cdot \nu} n\right),\ n \geq 0{,}25. \tag{8}$$

Умовою поновлення контакту поверхні ножа з матеріалом є рівність:

$$(\varepsilon_0 + a) \cdot exp\left(-\frac{E}{\eta \cdot \nu} n\right) - a \cdot sin(2\pi n) - \varepsilon_0 = 0. \tag{9}$$

Для спрощення розрахунків розглянемо фазу коливань зі зміщенням на чверть періоду. Відношення η/E є характеристикою в'язко-пружного матеріалу (час релаксації напружень при знятті зовнішнього навантаження). Введемо позначення $E/\eta \cdot \nu = K$. Безрозмірна величина K характеризує відношення

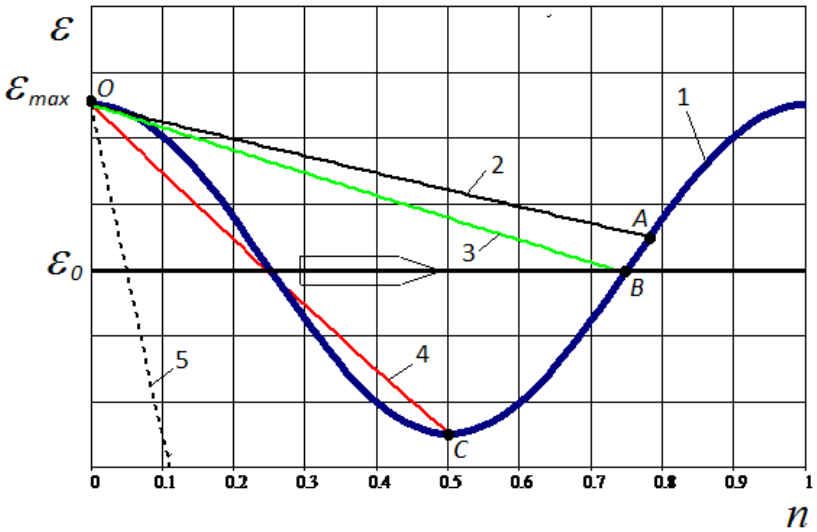
швидкості відновлення деформації і швидкості зовнішньої механічної дії. З урахуванням прийнятих позначень рівняння (9) остаточно приймає вигляд:

$$\left(\varepsilon_0 + a\right)\cdot exp\left(-\frac{n}{K}\right) - a\cdot sin\left(2\pi\left(n+0{,}25\right)\right) - \varepsilon_0 = 0. \qquad (10)$$

Отримане нелінійне рівняння (10) є трансцендентним і може бути вирішено тільки чисельно. Для його рішення було використано функцію **root(f(x), x)** в середовищі MathCad. Корені рівняння знаходили на проміжку $n = 0...1$ з точність 0,001.

На рис. 1 представлено графіки, що відображують можливі варіанти рішень рівняння (10). З графіків на рис. 1 видно, що в залежності від значення введеного нами коефіцієнта K можливі наступні варіанти рішень рівняння (10), що обумовлюють взаємодію матеріалу і ножа при його коливанні:

- при $K > K_{0,75}$ (експонента 2) рішенням є точка A і контакт відновлюється в межах $n = 0{,}75...1$ (Значенню $n = 1$ відповідає абсолютно пластичний матеріал, що не відновлюється після деформування);
- при $K_{0,5} < K \le K_{0,75}$ рішення знаходяться між точками B і C і контакт відновлюється в межах $n = 0{,}5...0{,}75$.
- при $K < K_{0,5}$ (експонента 5) рівняння (10) немає рішень, що відповідає умові коли швидкість коливального руху ножа менша за швидкість відновлення деформації матеріалу. При цьому контакт матеріалу і ножа постійний і ефекту зменшення сили тертя немає.



Графіки взаємодії поверхонь матеріалу і ножа при ультразвуковому різанні: 1 - графік радіального коливання ножа; 2, 3, 4, 5 - графіки в'язко-пружного відновлення деформації поверхонь матеріалу (2 - при $K > K_{0,75}$; 3 - при $K = K_{0,75}$; 4 - при $K = K_{0,,5}$; 5 - при $K < K_{0,5}$); *O* - точка початку в'язко-пружного відновлення деформації поверхонь матеріалу; *A, B, C* - точки відновлення контакту поверхонь ножа і матеріалу; ε_0 - деформація матеріалу, що обумовлена товщиною ножа; ε_{max} - максимальна деформація матеріалу при коливанні ножа; n - фаза коливань

Для визначення впливу умов взаємодії матеріалу з ножем при його коливанні на силу опору різанню будемо вважати, що остання є сумою:

$$F_{різ} = F_{руйн} + F_{тер} \cdot k_f, \tag{11}$$

де $F_{руйн}$ - сила опору, що обумовлена руйнуванням структури матеріалу різальною кромкою ножа; $F_{тер}$ - сила тертя на поверхнях контакту ножа і матеріалу; k_f - коефіцієнт зменшення ефективного значення сили тертя.

Оскільки, ніж має товщину, що значно перевищує амплітуду ультразвукових коливань ($\varepsilon_0 >> a$), будемо вважати, що сила тертя залежить тільки від значення ε_0, тобто постійна. Зменшення ефективного значення сили $F_{тер}$ буде відбуватись за рахунок періодичної відсутності контакту між поверхнями ножа і матеріалу. Коефіцієнт k_f визначимо з умови періодичності контакту, що залежить від значення n, отриманого при рішенні рівняння (10):

$$k_f = 2(1-n). \tag{12}$$

На рис. 2 і 3 представлені графіки залежностей k_f від коефіцієнта K (залежить від властивостей матеріалу і частоти коливань) і амплітуди коливань ножа.

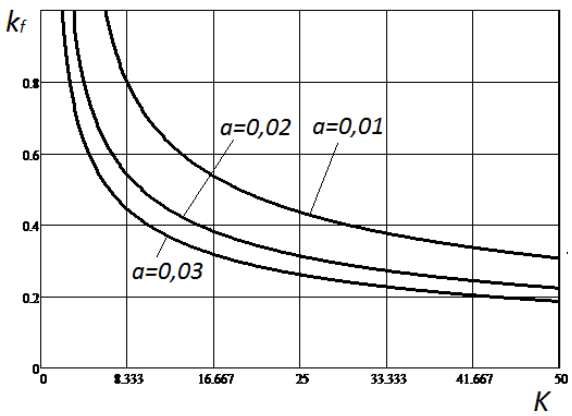


Рис. 2. Графіки залежності k_f від коефіцієнта K

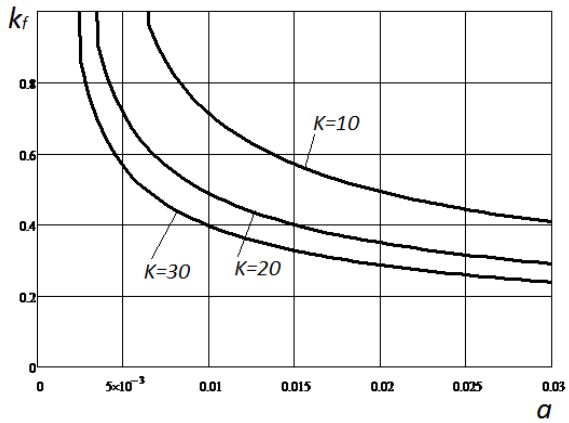


Рис. 3. Графіки залежності k_f від амплітуди коливань ножа

В результаті аналізу графіків на рис. 2 і 3 можна зробити висновок про можливість значного зменшення сили опору різанню в'язко-пружних матеріалів при коливанні ножа в радіальному напрямку. При цьому, за отриманою математичною моделлю можна визначити технологічні параметри, що забезпечують найбільш раціональний режим різання.

Бібліографія

[1] Параска Г.Б., Аль-Яфаі Наср, Місяць В.П. Математичне моделювання ультразвукового різання в’язко-пружних матеріалів. Тези доповідей Тр. VIII

Українсько-польська конференція молодих науковців, 2011 р. Хмельницький ХНУ, 2011. -214 с.
[2] Гольберг И.И. Механическое поведение полимерных материалов. Издательство "Химия", М., 1970. 192 с.

УДК 677.027.262.21

ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОРОЗРЯДНОЇ НЕЛІНІЙНОЇ ОБ'ЄМНОЇ КАВІТАЦІЇ В ПРОЦЕСІ ПІДГОТОВКИ ГРУБОЇ ПІГМЕНТОВАНОЇ ВОВНИ

Асаулюк Т.С., м.н.с.
Семешко О.Я., н.с., к.т.н.
Сарібєкова Ю.Г., гол.н.с., д.т.н., проф.
Херсонський національний технічний університет, Україна
tatisevna@gmail.com

Вовна є цінною природною сировиною для виробництва текстильних матеріалів, оскільки має унікальний комплекс фізико-механічних та експлуатаційних характеристик.

Аналіз ринку вовняних виробів показує, що одяг із вовни продовжує забезпечувати основний попит на вовняне волокно. Однак сьогодні товари із вовни вітчизняного виробництва займають незначну частину ринку. Одна з основних причин витіснення українських виробників імпортерами – це скорочення випуску вовняної текстильної продукції, обумовлене дефіцитом та низькою якістю вітчизняної сировини разом із зростанням цін світового ринку на високоякісну вовну.

Негативна динаміка виробництва вовни викликана не тільки скороченням поголів′я овець, але й переходом вівчарських господарств до розведення напівтонкорунних і грубошерстних порід овець м′ясо-шерстного та м′ясного напрямків.

Для зниження залежності вовняної текстильної промисловості від імпорту необхідно розвивати власну базу текстильної сировини, що можливо шляхом впровадження нових технологій, які дозволяють використовувати менш дороге грубе волокно для випуску конкурентоспроможної продукції.

На сьогоднішній день перспективним способом підвищення функціональності грубої вовни є модифікація волокна, яка дозволяє змінити його фізико-хімічні, технологічні та сорбційні властивості.

В даний час особлива увага приділяється розробленню екологічно безпечних способів модифікації вовни, які дозволяють звести до мінімуму втрати механічної міцності волокна. Аналіз науково-технічної інформації останніх років показує, що до найбільш перспективних напрямів можна віднести застосування фізичних та фізико-хімічних методів модифікації. До таких методів відноситься явище електророзрядної нелінійної об′ємної кавітації (ЕРНОК) [1].

Встановлено, що вплив діючих факторів електророзрядної обробки на вовну призводить до зміни її геометричних і фізико-механічних властивостей: середнє значення тоніни вовняного волокна зменшується, ступінь звивання збільшується, ступінь звалювання зменшується при підвищенні міцності волокна на розрив. Таким чином, електророзрядна обробка є ефективним способом поверхневої модифікації грубого вовняного волокна [2].

З технологічної точки зору найбільш цінною є біла вовна, оскільки її можна пофарбувати в будь-який колір. Однак вовна грубошерстних овець часто має різноманітні кольори через наявність пігменту – меланіну.

Ефективне знебарвлення пігментованої вовни при мінімальному пошкодженні волокна здійснюється шляхом використання іонів металів (звичайно Fe(II)) в якості каталізаторів на стадії протравлення, яка передує пероксидному вибілюванню. Після протравлення надлишок незв′язаних іонів металу повністю видаляється з вовняного волокна у процесі промивки. На другій стадії катіони металу, зв′язані з меланіном, каталітично розкладають пероксид водню з утворенням високо агресивних гідроксильних радикалів, які вибірково діють на пігмент, в той час як не пігментовані області піддаються нормальному пероксидному вибілюванню.

У зв′язку з цим, інтерес представляло дослідження впливу попередньої електророзрядної обробки вовни на процес вибілювання пігментованого вовняного волокна.

Для дослідження була вибрана світло-сіра напівгруба вовна. Порівняння показників якості вибілених модифікованого та необробленого пігментованого вовняного волокна показує, що електророзрядна обробка сприяє зниженню деструкції вовни у процесі протравного пероксидного вибілювання при збереженні необхідного показника білизни для проведення наступного фарбування (табл. 1).

Таблиця 1 Показники якості вибіленого напівгрубого пігментованого вовняного волокна

Зразок	Білизна, %	Розчинність у технологічних розчинах, %	
		0,1 н. NaOH	МГР
Вихідне волокно	10,8	3,55	1,07
Вибілене необроблене	23,7	18,14	13,07
Вибілене модифіковане	25	13,57	10,06

В результаті проведеного дослідження запропонована ефективна технологія вибілювання вовняного волокна з використанням попередньої електророзрядної обробки, яка дозволяє підвищити конкурентоспроможність вітчизняної сировини та розширити сировинну базу вовняної текстильної промисловості за рахунок використання менш дорогого грубого пігментованого волокна.

Бібліографія

[1] Сарибекова Ю.Г. Анализ современных физико-химических способов модификации шерстяного волокна и перспективы их использования / Ю.Г. Сарибекова, А.В.

Ермолаева, С.А. Мясников // Вісник Хмельницького національного університету. – 2010. – №3(155). – С. 144–148.
[2] Сарибекова Ю.Г. Обоснование выбора электроразрядной обработки в качестве метода модификации шерстяного волокна / Ю.Г. Сарибекова, О.Я. Семешко, И.В. Панасюк, О.А. Матвиенко, Г.С. Сарибеков // Вестник Санкт-Петербургского университета технологий и дизайна. Серия 1. Естественные и технические науки. – 2013. – №2. – С. 3–8.
[3] Chen, Weiguo, Chen, Dongzi and Wang, Xungai 2001-05, Surface modification and bleaching of pigmented wool, Textile Research Journal, vol. 71, no. 5, pp. 441–445.

УДК 677.027.2

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ АМІЛОЛІТИЧНИХ ФЕРМЕНТІВ НА ЯКІСТЬ ПІДГОТОВКИ БАВОВНЯНИХ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Гаргаун А.В., аспір.
Сарібєкова Д.Г., д.т.н., проф.
Семешко О.Я., к.т.н.
Херсонський Національний Технічний Університет
Lady.Krushelnitskaya@Yandex.Ua

Однією з операцій підготовки до фарбування і друкування є видалення шліхти, нанесеної на нитки основи перед ткацтвом. Розшліхтовування є дуже важливою операцією для бавовняних тканин, оскільки цю пряжу шліхтують крохмалем, який важко видалити звичайними миючими засобами. Шліхта інших видів, особливо використовувана для синтетичних волокон, розчинна у воді і часто для видалення її з тканини достатньо простої промивки тканини в мильно-содовому розчині. Видалення крохмалю здійснюють шляхом його переводу у водорозчинну форму [1].

Найчастіше біотехнології використовують при розшліхтовуванні тканин. Для цієї мети використовують ферментні препарати на основі амілази, яка сприяє гідролізу крохмалю до низькомолекулярних цукрів, які легко видаляються при промивці [2]. Більш раціональною й економічно вигідною є обробка тканин композиційними препаратами з різноактивними ферментами, здатними навіть у м'яких умовах досить ефективно впливати не тільки на крохмаль, але й на воскоподібні речовини, пектини, нітроген- і лігнінвмісні домішки, підвищуючи гідрофільність і білизну тканини вже на стадії розшліхтовування [3].

Розшліхтовування можна здійснювати чотирма способами: замочування водою; замочування кислотою; обробка перекисом водню, бромідом натрію або іншими окислювачами; обробка ензимами [4].

Використання для розшліхтовування хімічних реагентів (окислювачів, кислот, лугів) створює небезпеку пошкодження тканини. Крім того це також неекологічно. З економічної та екологічної точок зору рішенням даної проблеми є застосування біотехнологій.

Найбільш ефективним способом видалення крохмалю з тканин є

використання екстрактів, що містять відповідні ензими. Ензимами є біологічні каталізатори, що відрізняються від звичайних хімічних каталізаторів своєю яскраво вираженою направленою дією: вони чутливі до високих температур, володіють низькою енергією активації і зазвичай активні лише в дуже вузькому інтервалі значень pH.

Ферменти являються ефективними каталізаторами гідролітичної деструкції крохмалю. Їх основна перевага у високій вибірковості дії на крохмаль без пошкодження целюлози [5].

Дослідженню підлягала бавовняна тканина арт. 5014 з поверхневою щільністю 244,12 г/м^2, що оброблялась:

- «Forilase» (Німеччина);
- «Протолад В» виробництва фірми «Ензим» (м. Вінниця);
- «Целюлаза» виробництва фірми «Ензим» (м. Вінниця);
- технічна вода.

Тканину просочували на двохвальній плюсовці розчином, що містить ферменти при концентрації від 0,1 до 0,3 г/л при температурі 40-70°С. Після просочення зразки поміщали в поліетиленові пакети і витримували при кімнатній температурі протягом 60 хв. При замочуванні водою тканину просочували на двохвальній плюсовці при температурі 40-70°С. Просоченні зразки поміщали в поліетиленові пакети і витримували при кімнатній температурі протягом 60 хв. та 24 годин. Після витримування всі зразки тканини промивали і висушували способом конвективної сушки при температурі 120°С.

Якісною характеристикою обробки тканини були капілярність та відносне розривне навантаження.

Результати, отримані після визначення якості розшліхтовування, свідчать про те, що дані ензими є ефективними за даних температур та забезпечують капілярність 120-140 мм без значного зниження міцності тканини на розрив.

Подальші дослідження будуть спрямовані на видалення інших домішок з тканини та розробки композиції для розшліхтовування бавовняних тканин на основі біопрепаратів.

Бібліографія

[1] Чешкова А.В. Ферментативная расшлихтовка в технологиях подготовки льняных тканей / А.В. Чешкова, С.А. Кундий, С.Ю. Шибашова // Текстильная промышленность. – 1999. – № 1. – С. 13–16.

[2] Алеева С.В. Биохимический способ интенсификации промывки набивных тканей / С.В. Алеева, С.А. Кокшаров // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2003. – № 6.– С. 50–53.

[3] Панкова М.В. Изучение кинетики процесса ферментативной промывки набивных тканей / М.В. Панкова, А.В. Чешкова, Б.Н. Мельников // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000. – № 5. – С. 60–63.

[4] Петерс Р.Х. Текстильная химия (Очистка текстильных материалов от загрязнений): [пер. с англ. Г.Е. Кричевского]. – М., «Легкая индустрия», 1973. – 212 с.

[5] Кричевский Г.Е. Химическая технология текстильных материалов: Том 1. Теоретические основы технологии. Волокна. Загрязнения. Подготовка текстильных материалов. – М., 2000. – 436 с.

УДК 687.03:685.34

РОЗРОБКА МАШИНИ ІЗ ДВОХКООРДИНАТНОЮ СИСТЕМОЮ ПЕРЕМІЩЕННЯ МАТЕРІАЛУ ДЛЯ ПЕРФОРУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ ВЕРХУ ВЗУТТЯ

Поліщук О.С., доц., opolishchuk71@gmail.com
Антонюк А.П., магістр, andriy_antoniuk@ukr.net
Хмельницький національний університет

Операція перфорування деталей верху взуття з різних матеріалів змінними матрицями здійснюється з метою оздоблення та збільшення повітропроникності верху літнього взуття (рис. 1). Вона за своєю суттю подібна до операції вирубування деталей. Перфорування можна розглядати як пробивання отворів малих діаметрів, відстань між якими може бути співрозмірна з діаметром пробійника [1].

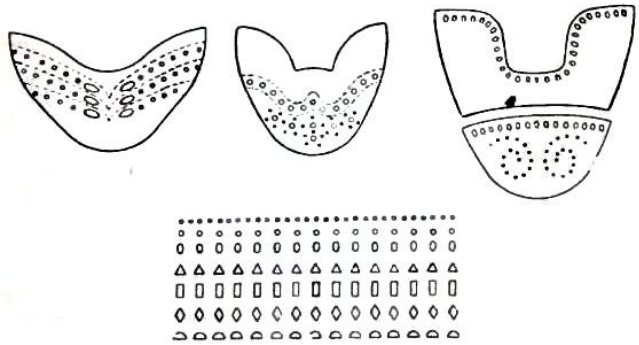


Рисунок 1 – Види перфорування деталей верху взуття

Технологічна операція пробивання отворів у швейних та взуттєвих матеріалах легкої промисловості використовується в основному при встановленні металевої фурнітури. В шкіргалантерейній галузі легкої промисловості, наприклад, для пробивання отворів в пасках. Вона близька за своєю суттю до технологічних операцій вирубування та перфорування деталей у взуттєвому і швейному виробництвах.

Процеси вирубування, перфорування деталей та пробивання отворів в матеріалах виконуються на пресовому обладнанні.

Пробивання отворів у швейній, взуттєвій та шкіргалантерейній галузі легкої промисловості, як вже відмічалося раніше, в більшості випадків здійснюється під деякі види металевої фурнітури: в деталях устілкового вузла, ременях тощо. Пробивання отворів під металеву фурнітуру здійснюється на тому ж обладнанні, що і її встановлення [2].

Найбільше розповсюдження в обладнанні пресової та ударної дії з зворотно-поступальним рухом робочих органів, яке використовується для виконання технологічної операції вставки металевої фурнітури, отримали механічні, електромеханічні і пневматичні приводи. Обладнання пресової дії з

механічним приводом на теперішній час використовується в основному на невеликих швейних підприємствах, в різних ремонтних майстернях.

Отже розробка наукових основ та інженерних методів проектування нових і вдосконалення існуючих пристроїв перфорації деталей взуття, спрямованих на підвищення ефективності їх роботи (підвищення продуктивності і якості виробів, зниження собівартості устаткування, підвищення екологічності виробництва).

Для розширення можливостей і зниження енергоємності процесу перфорування, на основі огляду та аналізу існуючих машин запропоновано створення машини з двохкоординатною системою переміщення матеріалу, а в якості приводу вибрано лінійний електромагнітний двигун (ЛЕМД) [3].

За основу двохкоординатної системи переміщення матеріалу взято принцип переміщення п'ялець у вишивальній машині. Це дозволить швидко змінювати малюнки перфорації, що значно знизить міжопераційний час.

Механізм переміщення матеріалу здатний переміщувати п’яльцеутримувач в горизонтальній площині в чотирьох напрямках відносно активного пробійника. Переміщення виконується покроково за координатами згідно з закладеною програмою перфорації у мікроконтролері. Синхронізація процесів переміщення п’ялець та руху пробійника виконується за рахунок датчика положення пробійника, який відстежує рух якоря ЛЕМД (рис.2). Сигнал із датчика поступає на мікроконтролер сигналізуючи, що якір ЛЕМД знаходиться у верхньому крайньому положенні. Тільки після цього механізм переміщення матеріалу може перейти на наступну координату.

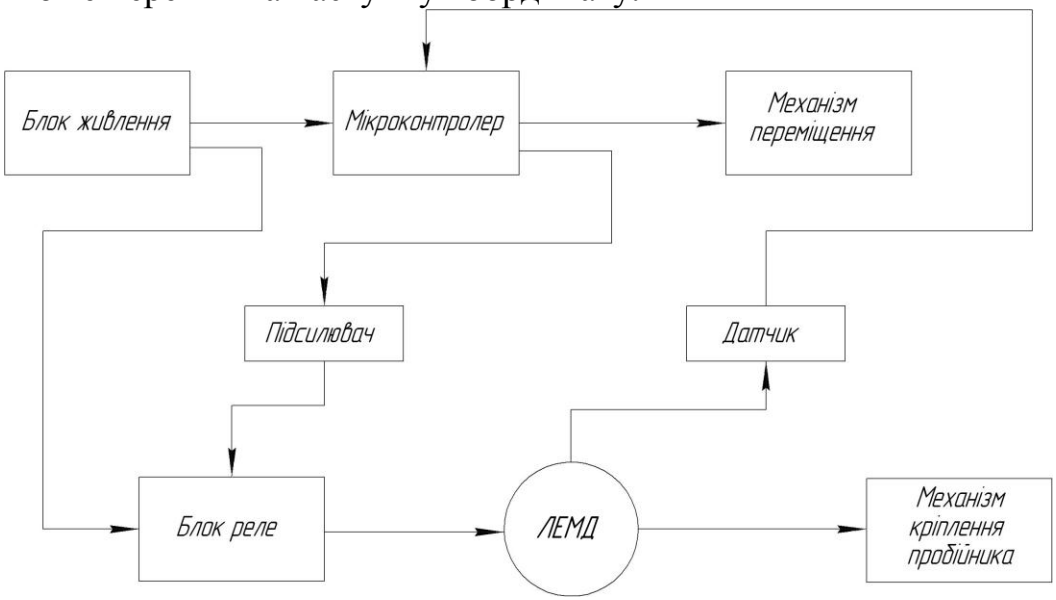


Рисунок 2 – Структурна схема установки

Для визначення реальних показників продуктивності і ККД необхідно виготовити експериментальну установку, виявити ряд факторів, які не враховані у попередніх дослідженнях. Після виконання ряду дослідів та експериментів буде зроблено висновок про ефективність даної машини і доцільність її використання на підприємствах шкіргалантерейної галузі легкої промисловості.

Бібліографія

1. Універсальний довідник взуттєвика: навч посібник / В. П. Коновалова [та ін.]. – К. : Лібра, 2005. – 720 с.
2. Механічна технологія та устаткування швейних виробництв : лаборатор. практикум для студ. спец. «обладнання легкої промисловості та побутового обслуговування», «технологія швейних виробів». Ч. 2 / П. Г. Капустенський, Е. А. Манзюк, О. С. Поліщук, С. П. Лісевич. – Хмельницький : ХНУ, 2008. – 155 с.
3. Кармаліта А.К., Поліщук О.С. Перспективи застосування електромагнітних приводів в легкій промисловості // Вісник технологічного університету Поділля. - 1997. - №1. - С.131-133.

УДК 687-1: 687.13

ОЦІНКА ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕКИ ДИТЯЧОГО ОДЯГУ ІЗ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Бохонько О.П., к.т.н., доц.
Хмельницький національний університет

Для дитячого одягу якісними вважаються ті вироби, які відповідають вимогам нормативних документів і мають сертифікат відповідності.

Оцінюючи якість матеріалів для дитячого одягу за стандартними показниками нормативних документів важливим є визначення залежності нормованих показників від фактичних. Для розрахунку рівня якості тканин використовують різні методи оцінки якості. [1,2]. В даний час використовують велику кількість різних текстильних матеріалів, тому для вибору оптимального варіанту тканин проводиться їх порівняльна оцінка. З метою одночасного обліку різних показників якості матеріалів їх необхідно об'єднати в один комплексний показник, тобто використовувати комплексну оцінку якості об'єкта. Існує кілька методів визначення оцінки рівня якості, в залежності від способів порівняння показників якості продукції з базовими: диференційний метод, комплексний метод і змішаний метод. Найбільш поширеним є комплексний метод оцінки рівня якості, який пропонується застосовувати в даній роботі при визначенні рівня якості текстильних матеріалів для швейних виробів різного асортименту.

У подальших розрахунках застосовується функція бажаності , яка представляє собою функцію, що є безрозмірною та неперервною характеристикою якості, і змінюється в межах від 0 до 1 навіть при дуже великому і необмеженому діапазоні визначення розмірних показників якості. Розраховують функцію бажаності d за допомогою допоміжних безрозмірних показників.

Граничні значення показників бажаності d і безрозмірних показників y для досліджуваних властивостей наведені в таблиці 1. При цьому залежність між безрозмірними показниками досліджуваних властивостей y і натуральними показниками властивостей x носить лінійний характер.

При виборі порогових значень для різних показників властивостей текстильних матеріалів використовуються об'єктивні показники. Їх отримують за результатами аналізу нормативних документів і експертним шляхом. При цьому повинні виконуватися вимоги щодо забезпечення зберігання рівномірності шкали натуральних показників *x*. У градацію "відмінно" включаються такі перспективні показники, в яких знаходять відображення останні досягнення науки і техніки в даній області, в градацію "погано" - значення, нижче яких випуск виробів і матеріалів вважається не доцільним і економічно невиправданим.

Результати розрахунків дозволяють отримати об'єктивні дані щодо вибору текстильних матеріалів для дитячого одягу підвищеної якості та безпеки. В роботі виконано розрахунок комплексної оцінки якості за допомогою функції бажаності. Якість та безпека дитячого одягу визначаються показниками, що характеризують оптимальність підодягового мікроклімату, при формуванні якого враховуються показники: гігроскопічність, паропроникність, електризуємість та повітропроникність текстильних матеріалів [3]. Крім того, тканини для виробів дитячого асортименту повинні відповідати вимогам надійності. Це значить , що тканини для дитячих виробів повинні бути також стійкими до стирання, розтягування і розривання.

Комплексний показник якості для кожного досліджуваного матеріалу розраховується за методикою яка обрана вище .

У таблиці 1 представлені розрахунки функцій бажаності і значення показників властивостей, що впливають на надійність , якість та безпеку дитячого одягу

Таблиця 1. Рівні показників властивостей по градаціях якості.

Характеристики	**Градація показників якості**			
	погано	**задовільно**	**добре**	**відмінно**
Показник бажаності *d*	**<0,37**	**0,37-0,6 2**	**0,63-0,79**	**0,80**
Безрозмірний показник *y*	**<0**	**0,00-0, 76**	**0,77-1,49**	**1,50**
Гігроскопічність W,%	**<4**	**4,0-6,99**	**7,0-9,99**	**10**
Повітропроникність, B_p**,** $дм^3/м^2 \cdot сек$	**<70**	**70,0-84,99**	**85,0-99,9**	**100**
Питомий поверхневий електричний опір ρ**,** $Ом \cdot м$	$>10^{11}$	10^{10}	10^9	$\leq 10^8$
Вологопроникність $B_{пр}$**,** $г/м^2 \cdot год$	**<30**	**30-44, 9**	**45-59,9**	**≥60**
Розривне навантаження $P_р$**, *Н***	**<200**	**200-449, 9**	**450-699,9**	**700**
Стійкість до впливу тертя K_c**, *К-ть циклів***	**<4000**	**4000-8999, 9**	**9000-13999, 9**	**14000**
Жорсткість $B_у$**,** ***МКН * см*** ^{2}	**<2000**	**2000-3499,9**	**3500-4999,9**	**5 000**

Для встановлення градації "відмінно" і "погано" для показника повітропроникності використовувалися значення, які представлені в нормативних документах і значення, отримані в результаті проведених досліджень. Таким чином, для матеріалів що досліджувались, по значеннях повітропроникності для градації "відмінно" взяті значення 100 $дм^3/м^2 \cdot сек$, а для градації "погано - <70 .

Вибираючи рівень показників гігроскопічності, враховувалися дані нормативних документів і результати проведених досліджень. Тому для градації "погано" було прийнято значення гігроскопічності <4%, для градації "відмінно" 10%.

Рівні показників питомого поверхневого електричного опору по градаціях якості обрані з урахуванням вимог нормативних документів, а також з урахуванням отриманих результатів проведених досліджень. Тому для градації "відмінно" приймають показник питомого поверхневого електричного опору $<10^8$ $Ом \cdot м$ та для градації "погано" -$>10^{11}$.

Для досліджуваних матеріалів по значеннях вологопроникності для градації "відмінно" взяті значення <30 $г/м^2 \cdot год$, , а для градації "погано" - відповідно ≥60 $г/м^2 \cdot год$,

При виборі значень для градацій користувалися значеннями, які були отримані в результаті досліджень.

При виборі рівня показника розривного навантаження виходили з отриманих результатів досліджень. Для градації "відмінно" було прийнято значення 200 Н, а для градації "погано" <700 Н.

Рівні показників стійкості матеріалів до тертя по градаціях якості обрані з урахуванням результатів досліджень. Для градації "відмінно" було прийнято значення <4000 циклів, а для градації "погано" - 14000 циклів.

Рівень показника жорсткості оцінюється виходячи з отриманих результатів проведених досліджень. Для градації "відмінно" було прийнято значення <9000 $мкн * см^{2,}$ а для градації "погано" 4000 $мкн * см^{2.}$

З метою отримання лінійної шкали показників досліджуваних властивостей для градації "задовільно" і "добре" вибрані значення показників в середині відповідних інтервалів.

Комплексний показник рівня якості розраховували за відомою формулою.

Аналіз отриманих даних показує, що високе значення комплексного показника рівня якості мають зразки: № 2, № 3, №4 та №5. Зразок № 2 має волокнистий склад вовна і капрон виготовлений саржевим переплетенням, комплексна оцінка становить 0,83. Зразок № 3 – вовна і нітрон, саржевого переплетення, комплексна оцінка - 0,87, зразок № 4 - вовна, нітрон і капрон, полотняного переплетення, комплексна оцінка - 0,79 і зразок № 5 – вовна і нітрон, саржевого переплетення - 0,89. Найменше значення комплексної оцінки якості отримав зразок № 6 - нітрон, саржевого переплетення, комплексна оцінка якого - 0,37 і зразок № 1 волокнистий склад якого нітрон і поліуретан, саржевого переплетення - 0,39.

Таким чином, комплексна оцінка зразків текстильних матеріалів під номерами 2, 3, 4, 5 наближаються по числових значеннях комплексного

показника до рівня якості в градації "відмінно". Волокнистий склад цих матеріалів має великий відсоток натуральних волокон - вовни, всі фізико-гігієнічні показники знаходяться в межах допустимих значень, тому ці матеріали можуть бути рекомендовані для виготовлення дитячих виробів верхнього асортименту.

Бібліографія

1. Варковецкий М.М. Количественное измерение качества продукции текстильной промышленности. М., «Легкая индустрия», 1976. - 104 с.
2. Соловьев А.Н. Качество текстильных материалов и методы его оценки. М., ЦНИИТЭИлегпром, 1967.
3. Ярощук О.В., Бохонько О.П., Лепікаш О.Ю. Структурний підхід до оптимізації показників якості текстильних матеріалів і виробів із них. Вісник ХНУ №1 2011р. стор.209-214

УДК 62-6, 697

РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧОГО СПОСОБУ ОБІГРІВУ ПРИМІЩЕНЬ

Коротич О.О., к.т.н., доцент
Хмельницький національний університет

Важливе значення має розвиток паливно-енергетичного комплексу України, економія енергії газу, вугілля і інших енергоресурсів. Це обумовлює необхідність пошуку методів більш економічного енергопостачання споживачам, залучення і ефективного використання різних джерел енергії, традиційних і нових, централізованих і місцевих. Великого значення за останній час отримала вітроенергетика, задачами якої є практичне застосування і наукові дослідження розробок в області використання енергії вітру. Значну увагу привернено до використання енергії вітру в сільському господарстві, виробництві та побуті. Використання вітрової енергії і енергії сонця є екологічно чистими та економічно вигідними, тому ці енергоносії привернули увагу науковців і уже знайшли широке застосування, хоча їх використання потребує немалих капіталовкладень.

Вітрові установки можна розділити на наступні групи: до першої групи відносяться вітрові установки для виробництва тепла, до другої – установки або агрегати для виробництва електроенергії, до третьої - вітроносні установки для перетворення енергії вітру в механічну роботу. Всі вони працюють від використання енергії вітру, але кожна з них має своє призначення, особливості конструкцій і принцип роботи.

Наприклад вітрова установка для обігріву теплиці, (див. рис.1), процює таким чином: вітер приводить в рух вітроколесо 1. При збільшенні частоти обертання колеса 1 спрацьовує муфта 12, яка з'єднує вітроколесо 1 з редуктором 2. Елементи 11 віджимають впускні клапани 4, завдяки чому, зменшується компресія і поліпшується запуск вітроустановки. Коли вітроколесо досягне до номінальної частоти, обертання, елементи 11 звільнять клапани 4 і компресор 3 через фільтр 21 затягне повітря з парника і зіжме його до 1,35 Бар. При стиснені, повітря прогріється до 60 °С і попаде у другу ступінь. Після стиснення в другій ступені повітря вже буде прогріте до 200 – 240 °С і попаде через ресивер 15 до теплообмінника 16. Після теплообмінника повітря проходить через ежектор 17 і забирає з собою воду з бака 18. Зволожене повітря через розприскувач 19 попаде в теплицю 14 після чого цей цикл повторюється знову.

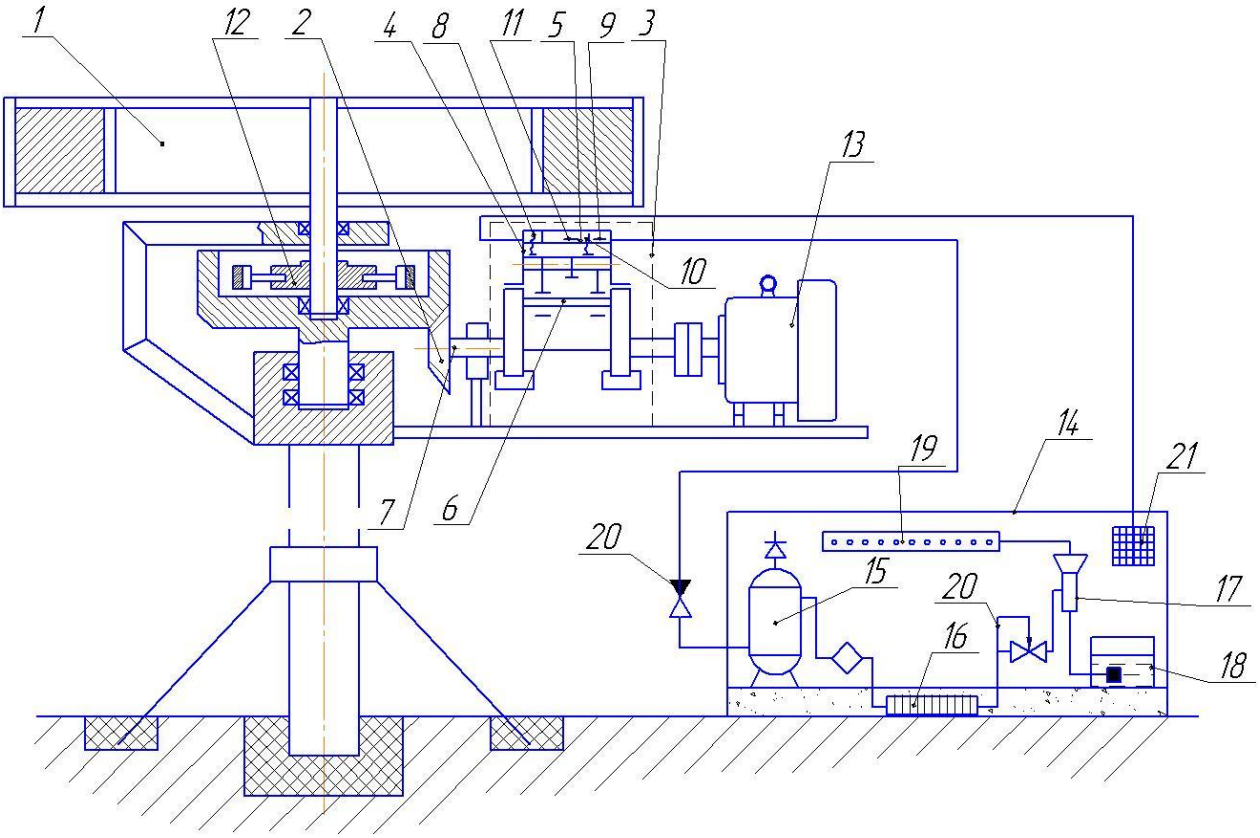


Рисунок 1 - Вітрова установка для обігріву теплиці

Вітроустановка для вироблення тепла, складається з компресора, який виконаний двохступінчастим з порожнинами всмоктування і нагнітання, камери, розташованої між ними і віджимними елементами, причому випускний клапан першого рівня і випускний клапан другого рівня розташовані в камері, віджимні елементи зв'язані з випускними клапанами, а компресор теплоізольований. Таке технічне рішення дозволяє підняти продуктивність теплової вітроустановки. Установка має недолік - великі розміри, займана площа, металомісткість, вартість. Складність конструкції, зумовлена тим, що засіб перетворювання енергії

вітру в теплову містить комплектуючі вузли і ланки, що складаються з безлічі складних у виготовленні деталей, контактуючих поверхонь, що приводить до зниження надійності роботи установки.

Головним недоліком для теплових і насосних установок є те, що вони безпосередньо не використовують енергію вітру. Вітряна енергія перетворюється за допомогою різних пристроїв в електричну, а електрична в теплову або динамічну, що значно знижує коефіцієнт корисної дії.

Найбільш близьким за технічною суттю до пристрою обігріву, що нами пропонується, являється безредукторний вітроагрегат, який складається з вітроколеса, з'єднаного з ним ротора генератора, який спорядкований двома стальними кільцями з закріпленими на них постійними магнітами і розміщеним між ними магнітографом. Вітроагрегат дозволяє підвищити ККД вітродвигуна, проте не призначений для перетворення енергіі вітру в теплову.

Основною задачею при розробці пристрою енергозберігаючого способу обігріву приміщень являється безпосереднє перетворення енергіі вітру в теплову при використанні магнітокалоричного ефекту. Розроблений вітротепловий пристрій вміщує вітроколесо, розташоване на валу, постійні магніти з встановленою між ними пластиною, і відрізняється тим, що чотири постійних магніта, встановлені в корпусі нерухомо і попарно з різною полярністю протилежних магнітів, між ними розміщений металевий диск, який закріплений на валу вітроколеса з можливістю обертального руху і нагрівання за допомогою магнітів.

Нерухоме розташування чотирьох постійних магнітів у корпусі і попарне розташування протилежних магнітів з різними полюсами дає можливість намагнічування металевого диску, що обертаєтьсяся між магнітами, жорстко закріпленого на валу вітроколеса під дією силових ліній магнітного поля. В зв'язку з цим спостерігається магніто-калоричний ефект, тобто підвищення температури металевого диску при його намагнічуванні. В результаті теплообміну підвищується температура навколишнього повітря.

Теплові розрахунки підтверджують працездатність розробленого вітро-теплового пристрою енергозберігаючого способу обігріву приміщень.

Розроблений вітротепловий пристрій може бути встановлений у фіртці вікна, або у повітроводі на даху приватного будинку. Він нескладний в конструкції, має невеликі габаритні розміри і металомісткість, невелику кількість вузлів і деталей, більш високу надійність і безпеку в роботі. Пристрій простий у монтажу і експлуатації, має невелику вартість, заощаджує витрати електроенергії. Розроблена конструкція вітротеплового пристрою дозволяє підвищити ККД при утворенні тепла за рахунок безпосереднього перетворення енергіі вітру в теплову енергію.

УДК: 621.317

РОЗРОБКА БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОГО РОБОТА-МАНІПУЛЯТОРА

О.О. Литвинов, студент, lytvynov95@mail.ru
О.С. Поліщук, доц., opolishchuk71@gmail.com
С.Л. Горященко, доц., gsl7@ukr.net
Хмельницький національний університет, Україна

На сьогодні ми спостерігаємо інтенсивний розвиток техніки, а також складного технічного виробництва. Для цього широко використовується автоматизація, при чому збільшується якість та швидкість виготовлення і зменшується вартість. Роботи замінюють людину на багатьох виробничих процесах, а також виконують складні і небезпечні роботи, які несуть загрозу життю та здоров'ю людини. Тому розробка і модернізація роботів є актуальною задачею в теперішній час.

Розроблений на кафедрі машин та апаратів пристрій є роботом типу рука-маніпулятор (рис.1).

Маніпулятор - це механізм для керування просторовим положенням знарядь і об'єктів праці.

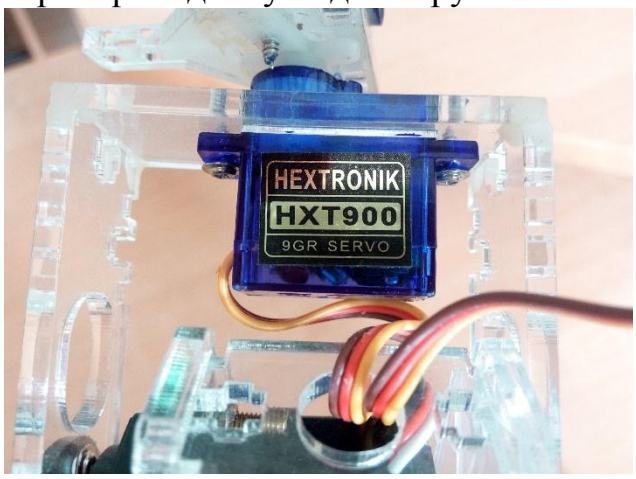
Залежно від виду систем керування розрізняють маніпулятори з ручним і автоматичним керування. У маніпуляторах з автоматичним керуванням ланки виконавчого механізму приводяться у рух сервоприводами, що працюють за попередньо складеною програмою. Зазвичай маніпулятори складаються з керуючого, передавального і виконавчого елементів. Найчастіше виконавчим елементом маніпуляторів є захватні пристрої. Замість захватних пристроїв маніпулятор може бути оснащений робочим інструментом. Це може бути шліфувальна головка, пульверизатор, викрутка тощо. У нашому випадку виконавчим елементом є захват.

Проектування маніпулятора проводилось в графічному середовищі SolidWorks. Після проектування було проведено моделювання роботи пристрою.

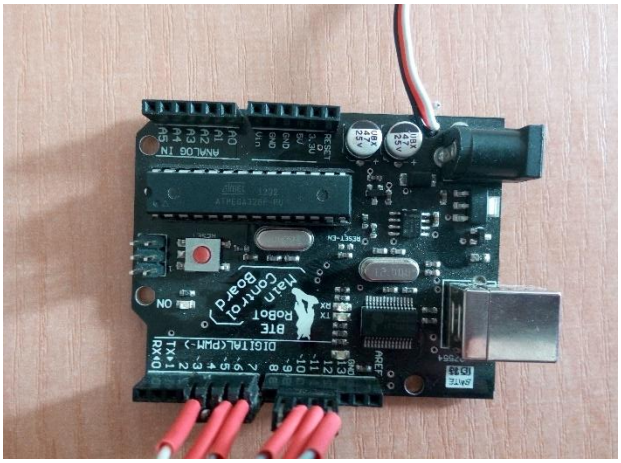
Складовими частинами пристрою є: мікроконтролер (рис.1, б), шість сервоприводів (рис.1, а) (різної потужності), елементи конструкції, захват. Елементи конструкції було виготовлено з прозорого акрилу, який був вибраний для створення легкої і водночас міцної конструкції. За готовими кресленнями з SolidWorks листовий акрил був порізаний на лазерній різці і склеєний спеціальним клеєм. Для приведення конструкції в рух були вибрані сервоприводи фірми Hextronik, а керує ними мікроконтролер BTE-Robot на базі мікросхеми Atmega328. Дана плата керування містить вбудований програма тор, що полегшує процес програмування контролера. Програма керування написана на мові програмування «С». Переміщення ланок маніпулятора здійснюється в прямокутних координатах. Платформа пристрою може обертатися на 360°, ланки маніпулятора здійснюють плоскопаралельні

переміщення, а захват може повертатись на кут до 120°. Кожну ланку приводить в рух окремий сервопривід, який під'єднаний до окремого порта мікроконтролера. Вся система живиться від блока живлення напругою 5В.

Особливостями програмування є: точний підбір часових затримок роботи сервоприводів і узгоджені рухи ланок.



а



б

в

а-сервопривід; б-мікроконтролер; в-робот-маніпулятор;

Рисунок 1 – Робот-маніпулятор

В майбутньому планується провести удосконалення даного пристрою, а саме є встановлення датчиків положення та Bluetooth-модуля. Це, в свою чергу, збільшить точність позиціонування захвату, а також дасть можливість бездротового керування пристроєм зі смартфона.

Даний маніпулятор можна використовувати в навчальному процесі при вивченні курсів «Програмування мікроконтролерів», «Основи мехатроніки та робототехніки» тощо. При розробці такого маніпулятора студенти набувають навичок 3D проектування та моделювання його роботи.

УДК 685.34.05

ПРОЕКТУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ БАЗУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ ВЕРХУ ВЗУТТЯ

Майдан П.С., к.т.н., ст. викладач
gugenot@i.ua
Буряк А.В., навчальний майстер
Кафедра Машин та апаратів
Хмельницький національний університет, Україна

Першим етапом проектування автоматизованого комплексу для базування деталей верху взуття було створення технологічного процесу базування. З аналізу виявлено [1, 2], що існує два методи розташування центрів осей координат при базуванні деталей, аналітичні дослідження дозволили визначити найбільш точний метод. Це метод в якому центри осей координат розташовані в лівому куті деталей. На основі цього методу розроблено схему нового технологічного процесу базування деталей (рис. 1).

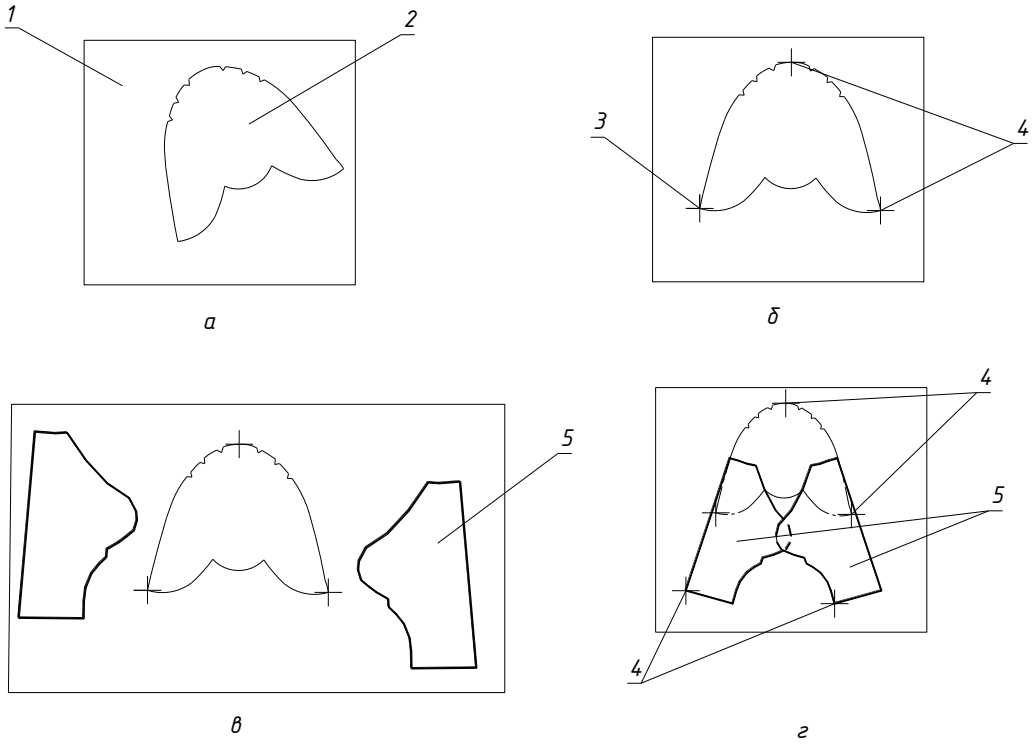


Рис. 1 - Схема технологічного процесу базування ДВВ: а – завантаження основної деталі; б – базування деталі в базуючих елементах; в – завантаження решти деталей; г – взаємне збазування деталей; 1 – основа; 2 – основна деталь; 3 – нерухомий базуючий елемент; 4 – рухомі базуючі елементи;
5 – деталі

Першим кроком цього методу є завантаження базової (основної) деталі у пристосування, у нашому випадку це союзка. Потім відбувається ручне базування деталі відносно базуючих елементів, два з яких є рухомими і один

стаціонарним. Наступним кроком є завантаження решти деталей у пристосування, ці деталі базуються відносно основної, вже збазованої, деталі та ще двох базуючих елементів. В якості базуючих елементів використовуються лазери.

Базуючі елементи розташовані в одній горизонтальній площині, один з них стаціонарний, інші – жорстко закріплені на кутниках, з яких створена базуюча рамка. Базуючі елементи, які розміщені на кутниках, за допомогою гвинтових осей з'єднаних з кроковими двигунами, можуть змінювати положення.

Для забезпечення автоматизації процесу базування ДВВ пристрій керування кроковими двигунами, які рухають базуючи елементи, складається з цифрової та аналогової частини (див. рис. 2) [3].

Основною частиною пристрою (цифровою частиною) є мікроконтролер [4]. Мікроконтролер – це електронний пристрій, що здатний виконувати програму користувача, що зберігається у постійний запам'ятовуючий пристрій (ПЗП), а результат виконання програми – робочі та проміжні дані зберігати в оперативній пам'яті.

В складі мікроконтролера є ПЗП для зберігання даних, вміст яких змінюється в процесі роботи пристрою, але є необхідність зберігати їх вміст не тільки при роботі контролера, а також пам'ятати їх під час вимкнутого живлення пристрою.

До таких даних відноситься тривалість імпульсів керування кроковими двигунами, послідовність комутації виводів крокових двигунів, розмірність робочої площадки, а також інші службові значення.

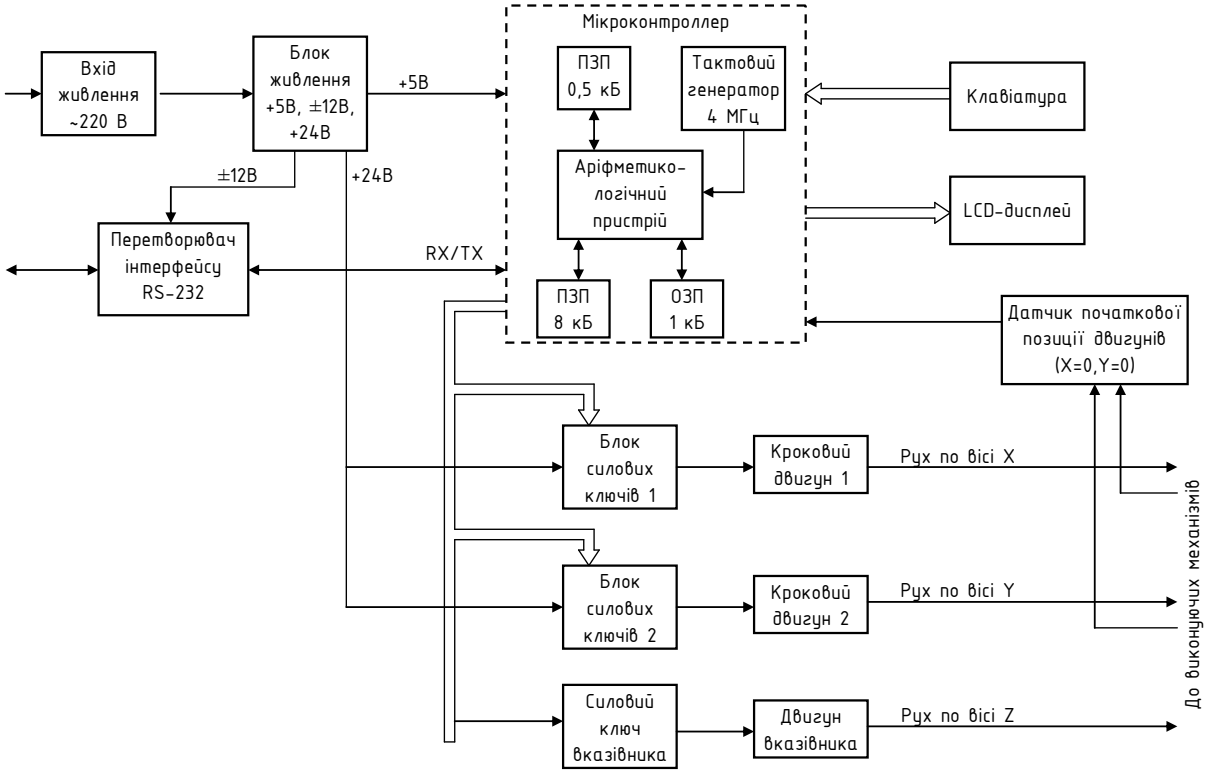


Рис. 2 - Структурна схема пристрою керування кроковими двигунами

Робота пристрою відображується на рідинно-кристалічному індикаторі (LCD-дисплей), на якому можна побачити процес виконання роботи пристрою.

Керування пристрою відбувається шляхом взаємодії оператора з пристроєм через клавіатуру або через інтерфейс до персонального комп'ютера.

Блок живлення разом із силовими ключами та датчиком початкової позиції двигунів утворює аналогову частину пристрою.

Окремою важливою частиною пристрою є датчик початкової позиції двигунів. Перед цим датчиком ставиться задача виявлення двигунів у початковому положенні в координаті (0,0) [5].

Кроковий двигун [3] – це електромеханічний пристрій, який перетворить електричні імпульси в дискретні механічні переміщення. Проте крокові двигуни володіють деякими унікальними властивостями, що робить, деколи, їх виключно зручними для застосування або навіть незамінними. Кут повороту ротора визначається числом імпульсів, які подані на двигун і забезпечує повний момент в режимі зупинки (якщо обмотки живлять), прецизійне позиціонування і повторюваність. Хороші крокові двигуни мають точність 3-5 % від величини кроку. Ця помилка не накопичується від кроку до кроку можливість швидкого старту/зупинки/реверсу. Висока надійність пов'язана з відсутністю щіток. Термін служби крокового двигуна фактично визначається терміном служби підшипників. Однозначна залежність положення від вхідних імпульсів забезпечує позиціонування без зворотного зв'язку, можливість отримання дуже низьких швидкостей обертання для навантаження. Приєднаний безпосередньо до валу двигун без проміжного редуктора може перекрити досить великий діапазон швидкостей. Його швидкість пропорційна частоті вхідних імпульсів.

Оскільки кроковий двигун не має зворотного зв'язку за своїм положенням у просторі і можлива ситуація вимикання живлення в процесі роботи пристрою, то пристрій може бути у довільному положенні при включенні живлення. Тому цей датчик дозволяє визначити поточне значення двигунів і допомогти скоригувати позицію у початковому стані.

Бібліографія

1. П. С. Майдан Аналіз точності процесу базування деталей при складанні заготовок верху взуття / Майдан П. С. Драпак Г. М. // Вісник КНУТД. – 2010. – № 5, том 1. – С. 84–89.

2. Г. М. Драпак Складання заготовок верху взуття при базуванні деталей з системою відліку координат з кута деталі / Драпак Г. М., Майдан П. С. // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2011. – № 1. – С. 38–41.

3. Кенио Такаши. Шаговые двигатели и их микропроцессорные системы управления: Пер. с англ., М.: Энергоатомиздат, 1987 - 199с.

4. ATmega8/ATmega8L / Atmel Corp., 2006, San Jose, USA. – 309 p.

5. И.Л. Дубровский Микропроцессорное управление электроприводами промышленных роботов: [учеб. пособие]. / Дубровский И.Л., Дамбраускас А.П., Рыбин А.А. – Красноярск : КГТУ, 1993 – 88 с.

УДК687.016.5:658.512

ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ФОРМАЛІЗОВАНОГО ОПИСУ ПРОСТОРОВОЇ ФОРМИ ВИРОБІВ

Домбровська О.М., к.т.н., доц.,
Мица В.В. к.т.н., доц.,
Хмельницький національний університет, Україна

Зображення є потужним графічним засобом зорового сприйняття геометричної інформації. Основне завдання комп'ютерної графіки і полягає в перетворенні геометричних моделей у наочні візуальні форми, які реалістично відображають будову і орієнтацію об'єктів, розташованих у просторі.

Синтез зображення об'єкта у віртуальному середовищі здійснюється на основі інформації про його структуру, геометрію, текстуру, візуальні властивості і відносини між об'єктом і його оточенням. Ці дані утворюють інформаційну модель об'єкта. Процес побудови моделі проходить у кілька етапів, а сама модель має ієрархічну структуру і на різних рівнях ієрархії представляється різними характеристиками.

При розробці інформаційної моделі об'єкта необхідно формалізувати структуру та принципи його опису шляхом абстрагування від внутрішньої структури. Таке представлення об'єкта називається візуально-поведінковою інформаційною моделлю. Далі, за допомогою певного набору операцій, об'єкти, які відображаються позбавляють від несуттєвих для конкретного завдання деталей, формуючи інформаційну модель, яку прийнято називати об'ємним зображенням.

Закономірності побудови об'ємного зображення описуються мовою математики, в результаті формується математична модель об'єкта. Вона складається з кількох постійних складових: це описи структури об'єктів, їх примітивів, атрибутів, текстур. Ці складові вводяться в систему засобами вхідної мови, утворюючи графічну базу даних.

Процес моделювання одягу в тривимірному середовищі - це створення і редагування геометричних характеристик поверхні виробу щодо фігури людини. Розробка методу 3D моделювання для цілей автоматизації процесу створення ескізу зовнішнього вигляду моделей одягу ґрунтується на дослідженні засобів і методів опису об'ємної форми виробу та аналізу способів отримання об'єктивної візуальної параметричної інформації про просторову форму моделей одягу.

Прототипом реального виробу в процесі 3D моделювання є віртуальна тривимірна модель. Забезпечення візуальної схожості віртуального і реального об'єкта є однією з основних вимог, виконання якої дозволить певною мірою говорити про можливість перенесення процесу моделювання в тривимірне віртуальне середовище.

Для визначення основних критеріїв оцінки зовнішнього образу нових моделей одягу була вивчена і систематизована інформація про особливості об'ємно-просторової форми моделей одягу. На підставі досліджень виділені основні принципи опису зовнішньої форми моделей одягу, що дозволяють визначати візуальну подібність віртуальних і реальних моделей і систематизувати інформацію про параметри оцінки об'ємно-просторової форми виробів.

Для цілей тривимірного моделювання одягу основними критеріями, що визначають відповідність реального об'єкта до віртуального прототипу є:

• коректне відтворення художнього образу готового виробу в тривимірному аналозі;

• достовірна передача особливостей конструктивного рішення виробу;

• візуальне відтворення властивостей і характеристик матеріалу, з якого виготовлений виріб.

Відповідно до виділених критеріїв визначено три групи параметрів, що визначають візуальну подібність віртуальних і реальних моделей:

• параметри, що описують зовнішній образ виробу ;

• параметри, що описують запропоновані конструктивно-композиційні рішення виробу;

• параметри, що описують властивості і характеристики матеріалу, з якого виготовлений виріб.

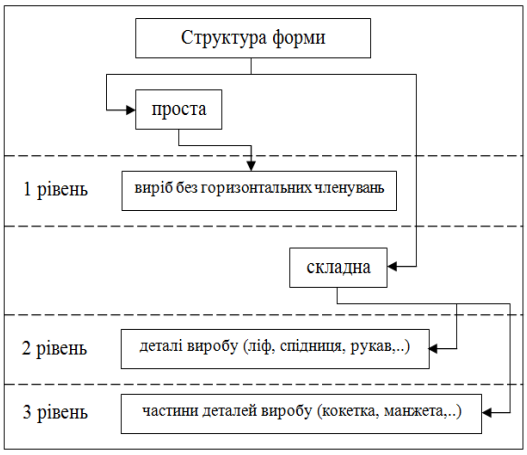
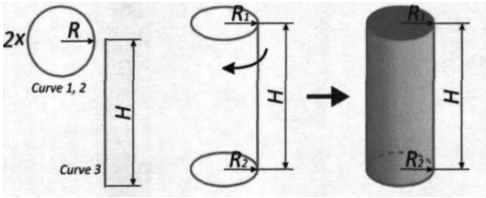
Кожна з виділених груп параметрів включає в себе певну сукупність ознак, що характеризують виріб. Опис кожної ознаки має здійснюватися шляхом вибору певного критерію за встановленою або розробленою в даній предметній області шкалою. Наприклад, довжина поясного виробу може бути до середини стегна, до коліна, до середини ікри і т.д. З метою розробки системи ознак і визначення шкали значень ознак проведено дослідження та систематизація інформації про способи опису об'ємно-просторової форми моделей одягу.

Розроблена структура опису просторової форми виробу, що включає параметри, які характеризують зовнішній образ, конструктивно - композиційні рішення, властивості матеріалу володіють таким ступенем інформативності, які в цілому визначають систему оцінок композиційного рішення зовнішнього вигляду моделі і дозволяють описати виріб на рівні, достатньому для його художнього проектування.

Для адаптації виділених ознак, що визначають візуальну подібність віртуальних і реальних моделей, для інтерфейсу автоматизованого середовища проектування розроблена система характеристик, необхідних і достатніх для коректного опису моделі в тривимірному віртуальному просторі. Розроблена система включає 3 групи характеристик: 3D характеристики, ескізно-параметричні і декоративні.

Послідовність етапів розробки формалізованих моделей представлена фрагментально на прикладі поясного виробу спідниці (таблиця 1).

Таблиця 1 – Фрагмент формалізації 3D характеристик

№ п/п	Спосіб опису, вербальний опис і графічне представлення	Формалізована модель
	Структура форми	
1	Структура форми виробу характеризує склад форми по числу і виду частин. Відповідно до існуючих теорій, розроблено послідовність опису зовнішнього вигляду моделі, яка відображає порядок сприйняття образу моделі від загального до приватного. **Прості форми** складаються з однієї структурно цілої частини;  **Складні форми** складаються з декількох частин, організованих в єдине ціле (наприклад: кокет-ки, зборки, волани); **Структура форми** (Form structure) прості форми складні форми	*Fs: {Sim, Dif}* *Sim: Complex description 1* *Dif: Complex description 2*
	Конфігурація форми спідниці	
2	Конфігурація форми спідниці - об'ємний обрис, просторова структура, геометричний вигляд форми моделі, яку вона приймає в певний момент часу. Просторове положення всіх точок поверхні складноформалізуюче, у зв'язку з чим, точна характеристика конфігурації форми візуально порівнюється з формою геометричних фігур: • циліндрична; • конічна; • еліпсоїдна.  Характер і конфігурація просторової форми цих об'єктів залежить від параметрів, які впливають на форму і розташу-вання кривих, що їх описують (наприк-лад, циліндр).	*Curve 1:* R_1 *Curve 2:* R_2 *Curve 3: f(H)* $R_1 = R_2$ $f{:}z(x^2+y^2)=kxy$

УДК 620.92

СОНЯЧНА ЕНЕРГЕТИКА ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ РОЗВИТКУ

Наставний С.О., студент 3 курсу
напрямку «Електропобутова техніка»,
Залізецький А.М., викл.
Хмельницький національний університет

Використання відновлювальних джерел енергії обумовлене наступними факторами :

- можливістю вирішення проблем ліній енергозабезпечення віддалених, важкодоступних та екологічно напружених районів;
- скорочення обсягів будівництва ліній електропередач, особливо у важкодоступних та віддалених місцях;
- участю їх в оптимізації графіків завантаження устаткування на електростанціях з урахуванням їх сезонного використання;
- зниження викидів CO_2, NO_2 та інших, що дозволяє фінансувати будівництво за рахунок оплат «квот за викиди».

Для вирішення цих проблем найбільш перспективним, являється використання сонячної енергії. Річна кількість сонячної енергії, що досягає поверхні Землі оцінюється в $1{,}05 \cdot 10^{18}$ кВт·год. Без шкоди для екологічного середовища може бути використано 1,5 % всієї падаючої на Землю енергії, тобто $1{,}62 \cdot 10^{16}$ кВт·год на рік , що еквівалентно $2 \cdot 10^{12}$ т. умовного палива.

За даними Міжнародного енергетичного агентства виробництво електроенергії за рахунок нетрадиційних поновлюваних джерел енергії оцінюється більш ніж в 2000 млрд. кВт·год, що становить близько 2% від загального її виробництва, і ця частка постійно збільшується.

Для перетворення енергії випромінювання Сонця використовуються спеціальні пристрої – геліоустановки (ГУ). Нині застосовуються ГУ різного призначення і принципу перетворення енергії: сонячні водо- і повітронагрівачі; установки прямого перетворення енергії Сонця в електричну на напівпровідникових фотоперетворювачах без концентрації і з концентрацією випромінювання; теплові енергетичні турбогенераторні установки (так звані модульні), теплові геліостатичні електростанції баштового типу з газотурбінними циклами; наземні та орбітальні високотемпературні печі; орбітальні сонячні батареї.

В даний час набули поширення нерухомі сонячні батареї. Однак нагальним постає питання про доцільність наведення на Сонце фотоелектричної геліоустановки без концентрації випромінювання. Найбільш раціональним для підвищення ККД перетворення електричної енергії розглядається використання слідкуючих електроприводів постійного струму з широтно-імпульсним перетворювачем напруги, які керуються від датчиків неузгодженості.

Таким чином, поліпшення енергетичних показників, підвищення економічності, надійності і рівня автоматизації енергетичних ГУ базується на основі теоретичних та практичних розробок їх електроприводів.

УДК 338.27:004

ВИГОТОВЛЕННЯ 3D ПРИНТЕРА ДЛЯ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ

О.С. Поліщук, доцент, opolishchuk71@gmail.com
А.О. Поліщук, студент, andrepol215@gmail.com
С.І. Пундик, викладач, sera_p@mail.ru
Хмельницький національний університет, Україна

3D-друк – це одна з найбільш революційних технологій нашого часу одна та одна з форм технологій адитивного виробництва, де тривимірний об'єкт створюється шляхом накладання послідовних шарів матеріалу. 3D-принтери, як правило, швидші, більш доступні і прості у використанні, ніж інші технології адитивного виробництва. 3D принтери пропонують розробникам продуктів можливість друку деталей і механізмів з декількох матеріалів та з різними механічними і фізичними властивостями за один процес складання.

Технології 3D-друку завойовують світ і це справжня науково-технічна революція, яка відбувається на наших очах. Дивлячись на швидкість втілення в повсякденне життя ідей, ще недавно фантастичних, таких, як виготовлення способом об'ємного друку протезів кистей рук людини, вже не тільки футурологи, а й фахівці впевнено кажуть про прийдешні значні зміни в житті людського суспільства. 3D друк часто називають "магічною" технологією. Ви розробляєте щось у CAD , запускаєте на друк, і через кілька хвилин постає повністю сформований об'єкт. У реальності 3D процес друку вимагає багато ручної праці. Величезна кількість попередньої підготовки і подальшої обробки необхідна для якості надрукованої деталі.

З 2003 року спостерігається значне зростання продажу 3D принтерів. Крім того, вартість 3D принтерів знизилася. В багатьох галузях народного господарства практичне використання 3D-друку вже не викликає сумнівів, це медицина, машинобудування, радіотехніка та електроніка, архітектура, легка промисловість тощо. За допомогою 3D принтерів можна надрукувати взуття, одяг, меблі, музичні інструменти, засоби пересування, продукти харчування, будинки і навіть живі людські органи і тканини.

3D принтер - пристрій, що використовує метод створення фізичного об'єкта на основі віртуальної 3D-моделі.

Принцип роботи 3D принтера залежить від того, яка технологія в ньому реалізована: FDM, SLS, SLA, LOM, SGC, PolyJet, DODJet або Binding powder by adhesives. Найпопулярнішою є технологія FDM-друку, яка використовується в недорогих побутових 3D-принтерах.

Застосування тривимірного друку в сфері навчання у вищих навчальних закладах дає можливість легко та швидко отримувати різноманітні наглядні макети для студентів. Оснащення 3D принтерами навчальних закладів може сприяти збільшенню віддачі від навчального процесу та більш швидшому засвоєнню навчального матеріалу. Завдяки тривимірному друку студенти можуть працювати з реальними фізичними моделями. Практично любі макети можна створити на комп'ютері в програмі, після чого втілити їх в життя.

На кафедрі машин та апаратів Хмельницького національного університету перша частина питання до цього часу була вирішена. Студенти під час навчання широко вивчають програмний продукт Solid Works. Одним із етапів вивчення даного програмного середовища є створення 3D-моделей. Тому постала задача вирішення другої частини питання, що розглядається. Як отримати реальні 3D-макети того, що створено. З цією метою викладачами та студентами кафедри машин та апаратів було зібрано 3D принтер за відомим проектом RepRap, а саме Prusa Mendel i2.

Проект RepRap (від англ. Replicating Rapid Prototyper – механізм, що сам себе відтворює для швидкого виготовлення прототипів) - ініціатива, спрямована на створення пристрою, що сам себе копіює, який може бути використаний для швидкого прототипування і виробництва. Пристрій RepRap це 3D-принтер, здатний створювати об'ємні артефакти на основі моделей, згенерованих комп'ютером. Одна з цілей проекту є «самокопіювання», яке визначається авторами як здатність апарату відтворювати компоненти необхідні для створення іншою версією себе. Апарат являє собою розробку з загальнодоступними напрацюваннями.

Prusa Mendel i2 – варіант трьохмірного настільного RepRap принтера Prusa Mendel другого покоління. Reprap - це назва сімейства дешевих принтерів, які можна зібрати самостійно, з підручних матеріалів. Mendel - це вчений з курсу шкільної ботаніки, який займався схрещуванням гороху. Автори даного проекту мали на увазі, що принтер буде еволюціонувати, передаючи краще, що в ньому є, в наступні моделі. В принципі, так воно і вийшло. Prusa (читається "Прюша") - це чеський інженер, який розробив саме цю модель. i2 - це номер версії, "iteration 2", друга ітерація. У даній моделі усунені основні недоліки першої версії, і в цілому, вона близька до досконалості. Тому Prusa Mendel i2 було взято за основу виготовлення майбутнього принтера.

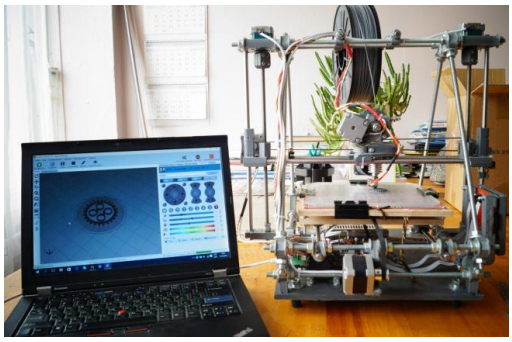
Пластикові деталі до даного принтера знаходяться у вільному доступі в мережі Internet. Вони були скачані та надруковані на іншому 3D принтері. Інші комплектуючі деталі були придбані з різних сайтів, що займаються їх продажем. В подальшому, після його виготовлення було проведено його налаштування та калібрування.

3D-принтер з технологією FDM-друку (рис.1) складається: з каркасу; екструдера (рис.1,а); робочого столу з системою підігрівання; системи подачі матеріалу в екструдер з використанням крокового двигуна; 3-х координатної системи переміщення екструдера на основі крокових двигунів; системи керування роботою виконавчих елементів, РК-дисплею для відображення поточної інформації про друк та роз'єм для роботи з USB-носієм. 3D принтер

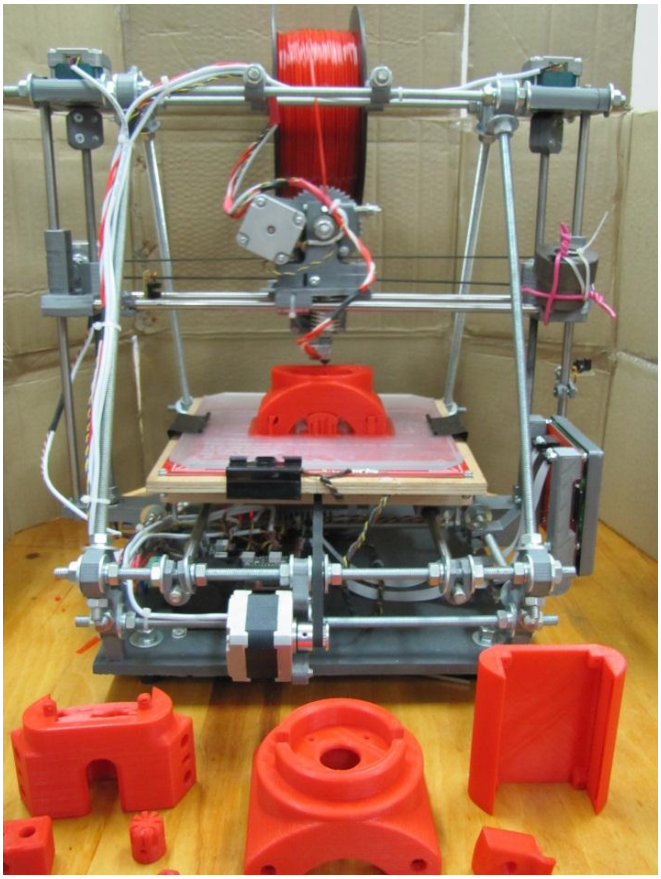
також може напряму підключатися до комп’ютера (рис.1,б). В нижній частині корпусу принтера розміщена електронна начинка і система підігріву столу.

Виготовлений 3D принтер з технологією FDM-друку використовує для роботи тонкі полімерні нитки діаметром 1,75 мм. Такі нитки найчастіше виготовляються з пластика PLA або ABS. У зв’язку з тим, що процес друкування деталей відбувається в лабораторії навчального закладу використовується екологічно чистий PLA пластик. Пластик поставляється в котушках вагою від 0,5 кг до 1,5 кг. Котушка з полімерними нитками розміщується у верхній частині 3D-принтера, а кінець нитки подається в сопло екструдера.

а



б



в

а-екструдер; б-3D принтер з підключеним комп’ютером в-виготовлення деталей до 3D сканера на 3D принтері;

Рисунок 1 – 3D принтер

Створена цифрова версія в програмі для 3D-моделювання завантажується в спеціальну програму для генерування G-коду, яка ділить об'єкт на тонкі горизонтальні шари і формує ланцюг команд, зрозумілих принтеру. Готовий об'єкт відправляється на друк.

3D принтер формує фізичні об'єкти пошарово, видавлюючи на робочу платформу тонку цівку розплавленого матеріалу. Принтер переміщує екструдер в точній відповідності з цифровою моделлю, тому надрукований фізичний об'єкт повністю відповідає своєму віртуальному прообразу. Екструдер

принтера, з якого видавлюється м'який пластик, переміщається під час роботи над нерухомою робочою платформою. Процес друку починається з нижнього шару, після чого принтер наносить наступний шар поверх першого. Розплавлений пластик, потрапляючи в робочу зону, дуже швидко охолоджується і твердне.

Щоб об'єкт не деформувався під час друку, 3D принтер друкує підтримуючі конструкції. Вони друкуються не завжди, а лише в тому випадку, якщо в конструкції об'єкта є порожнечі або нависають деталі. Після закінчення друку структури підтримки можна легко видалити вручну або зрізати гострим лезом або ножем.

Даний 3D принтер буде корисним для інженерів, аспірантів, магістрів і студентів при розробці різних технічних рішень, а також для навчального процесу, зокрема при проведенні лабораторних робіт з курсу «Основи мехатроніки та робототехніки».

УДК 528.5-18

РОЗРОБКА 3D СКАНЕРА

А.О. Поліщук, студент, andrepol215@gmail.com
С.В. Маковський, студент, s_makovskiy@mail.ua
О.С. Поліщук, доц., opolishchuk71@gmail.com
Хмельницький національний університет, Україна

Бурхливий розвиток комп’ютерних технологій та техніки в кінці минулого сторіччя розкрив багатогранність їх можливостей, призвів до їх запровадження у практично всі сфери, починаючи від виробництва, закінчуючи побутом. Це, в свою чергу, привело до модернізації існуючих та виникнення нових технічних засобів, що суттєво підвищують їх ефективність роботи. Новим технічним засобом і став 3D сканер. Сканери з кожним роком все більше застосовуються у виробництві та наукових дослідженнях. Вони вже стають основними у вирішенні багатьох інженерних задач. За допомогою просторових сканерів можна домогтися результатів вимірювань високої точності, яких іноді неможливо отримати за допомогою аналогових приладів. Оскільки вони використовують у найрізноманітніших галузях, то і їх можливості різні та залежать від поставлених цілей. На даний момент на ринку 3D сканерів з’явилося чимало моделей з різними технічними та технологічними характеристиками.

3D сканер - периферійний пристрій, що аналізує фізичний об'єкт і на основі отриманих даних створює його 3D-модель.

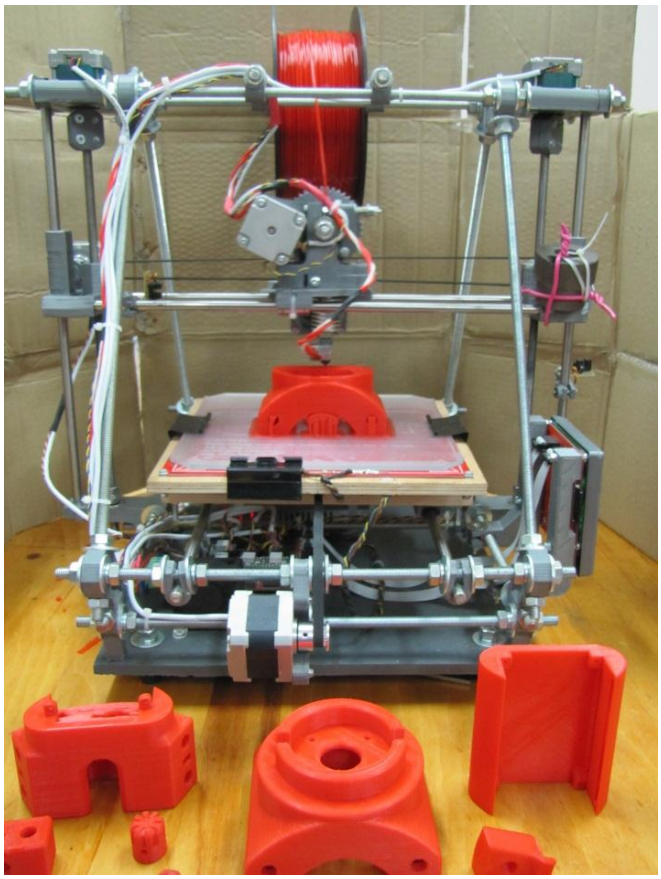
Дані сканери діляться на два типи за методом сканування: контактні і безконтактні. Контактний, такий метод ґрунтується на безпосередньому контакті сканера з досліджуваним об'єктом. Сканери, які використовують

безконтактний метод в свою чергу можна розділити на дві окремі категорії: активні і пасивні.

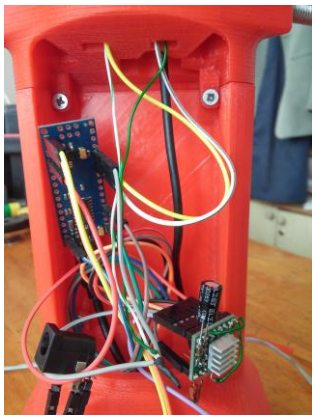
Активні сканери випромінюють на об'єкт деякі спрямовані хвилі (найчастіше світло, промінь лазера) і виявляють його відображення для аналізу. Можливі типи використовуваного випромінювання вмикають світло, ультразвук або рентгенівські промені.

Пасивні сканери не випромінюють нічого на об'єкт, а замість цього покладаються на виявлення відбитого навколишнього випромінювання. Більшість сканерів такого типу виявляє видиме світло - легкодоступне навколишнє випромінювання.

Отримані методом сканування 3D-моделі в подальшому можуть бути оброблені засобами САПР і, в подальшому, можуть використовуватися для розробки технології виготовлення (CAM) і інженерних розрахунків (CAE). Для виведення 3D-моделей можуть використовуватися такі засоби, як 3D-монітор, 3D принтер або фрезерний верстат з підтримкою G-коду.



а



б

в

а-виготовлення деталі на 3D принтері та деякі основні деталі сканера;
б-електрична частина сканера; в - 3D сканер з підключенням до комп’ютера

Рисунок 1 – 3D сканер

З метою створення новітнього обладнання на кафедрі машин та апаратів було розроблено конструкцію 3D сканера для вирішення деяких інженерних

задач галузі. Конструкцію даного сканера було розроблено на основі 100% вільного проекту від компанії BQ. Всі деталі даного сканера були виготовленні на кафедрі машин та апаратів за допомогою 3D принтера (рис.1,а). Основними елементами даного сканера є: контролер Arduino Nano; веб камера Logitech C270; два лазера; драйвер крокового двигуна; кроковий двигун; блок живлення тощо. Сканер підключається до комп'ютера. В якості програмного забезпечення використовується програмне забезпечення Horus від компанії BQ.

Даний пристрій являється лазерним ротаційним тріангуляційним 3D сканером. Він використовує у своїй роботі 2 лазерних промені для отримання даних про геометрію і текстуру об'єкту сканування, що обертається на поворотному столі.

Програмне забезпечення Horus є кросплатформовим додатком, розробленим компанією BQ і випускається нею під ліценією GPL. Взаємодія з програмним забезпеченням Horus здійснюється для: контролю за компонентами (камерою, лазерами, електродвигуном і фоторезисторами), калібрування і сканування. З загальному можна констатувати, що сканер відслідковує об'єкт, а програмне забезпечення Horus його відтворює.

Плата керування для сканера була зібрана на основі контролера Arduino Nano та драйвера крокового двигуна A4988 (рис.1,б).

Виготовлений 3D сканер (рис.1,в) призначений для інженерів, аспірантів, магістрів і студентів, які прагнуть навчитися новому, досліджувати, вдосконалювати і оптимальним чином використовувати можливості тривимірного сканування. Його можна рекомендувати в навчальному процесі при проведенні лабораторних робіт з різних курсів.

УДК 004.9

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЗБОРУ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ДАНИХ ДЛЯ ЛАБОРАТОРІЇ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

О.С. Поліщук, доц., opolishchuk71@gmail.com
С.І. Пундик, ас., sera_p@mail.ru
С.П. Лісевич, ст.викл., lisevich_s@mail.ru
А.О. Поліщук, студент, andrepol215@gmail.com
Хмельницький національний університет, Україна

На кафедрі машин та апаратів працює міні сонячна та вітрова електростанції. При їх встановленні користувалися інформацією, наприклад про швидкість вітру, кількість сонячних днів, безпосередньо взятою із джерел мережі Internet для Хмельницької області. Отримані дані не завжди є точними і тому питання отримання достовірних метеорологічних даних безпосередньо для місцевості розташування кафедри машин та апаратів є актуальною задачею. Дану задачу може вирішити наявність власної метеостанції.

Метеорологічна станція – пристрій для проведення спостережень за погодою. Розрізняють аналогові і цифрові метеорологічні станції.

На класичній (аналоговій) метеостанції є: термометр для виміру температури; барометр для виміру тиску; гігрометр для виміру вологості повітря; анемометр для виміру швидкості вітру; флюгер для виміру напрямку вітру; опадомір для виміру опадів.

У вузькому розумінні метеостанція – установка, що проводить метеорологічні спостереження. Основним офіційним метеостанціям світу присвоєні синоптичні індекси. Залежно від установленого обсягу спостережень, метеостанції мають певний розряд. Метеорологічні станції поряд зі стандартними ведуть агрометеорологічні спостереження, визначають інтенсивність сонячної радіації (прямої, розсіяної і сумарної), радіаційний баланс, величину випаровування ґрунтової вологи тощо.

Цифрові метеостанції класифікуються наступним чином: дорожні; лісові; гідрологічні і побутові.

Сучасні метеостанції діляться як правило на дві категорії: побутові і виробничі.

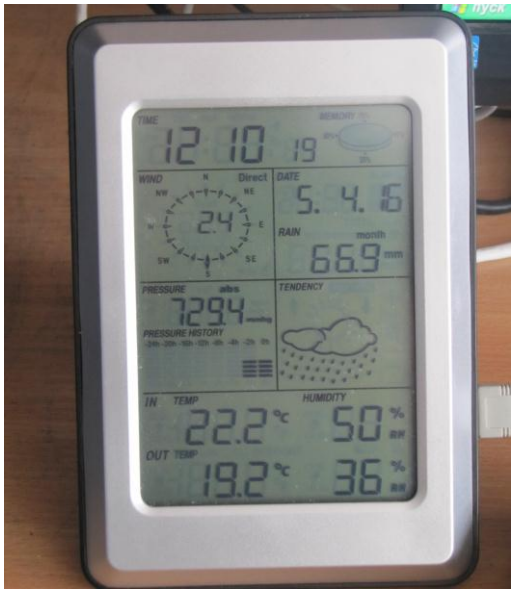
Виробничі метеостанції придатні для використання у вузькоспеціалізованих завданнях, там, де необхідна інформація про параметри навколишнього середовища і на вірогідність якої можна покластися. Прикладом такого застосування може бути метеостанція в аеропорті, лікарні, на підприємствах, де товар повинен зберігатися в спеціальних умовах і т.п.

Побутові домашні метеостанції з'явилися на ринку порівняно недавно. Родоначальниками побутових метеостанцій є звичайні барометри. Функціональність домашньої метеостанції схожа з метеорологічною станцією, тільки обробляється набагато менше даних, які надходять із одного або декількох датчиків, установлюваних за вікном і в інших приміщеннях. Домашні метеостанції показують температуру в приміщенні, температуру поза приміщенням, вимірюють вологість, атмосферний тиск і виходячи з обробки процесором отриманих даних формують прогноз погоди на добу. Працюють, як від електричної мережі, так і від змінних елементів живлення.

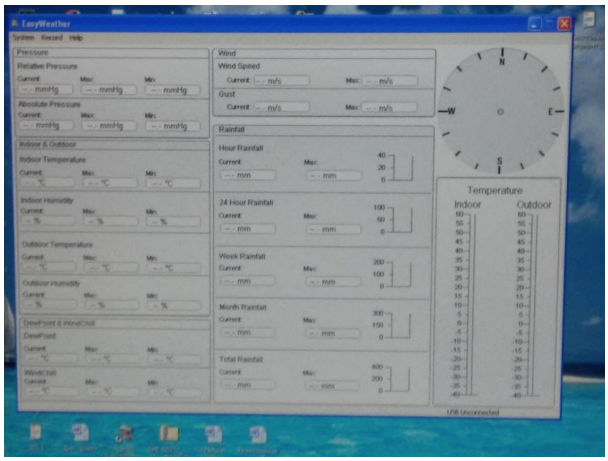
Метою даної роботи є розробка системи збору метеорологічних даних для лабораторії відновлювальних джерел енергії, що буде збирати, а також аналізувати інформацію про вологість, температуру, тиск повітря тощо. Розроблена система повинна по точності вимірювань не поступатись аналогічним промисловим пристроям, а по своїй надійності перевершувати їх.

В розроблювальну систему ввійшла метеорологічна станція, ПК підключений до Internet, спеціальне програмне забезпечення для під’єднання до сайту www.wunderground.com.

а



б



в

г

а-метеорологічна станція; б-сенсорна панель; в-програма обробки даних,

г-метеорологічна станція підключена до ПК

Рисунок 1 – Система збору метеорологічних даних

Для розроблювальної системи було вибрано професійну безпровідну метеорологічну станцію WH109C фірми Best Power Energy (Китай). Станція має сенсорну екранну панель, порт USB для під’єднання до комп’ютера. Усі погодні дані з базової станції і даних погодної історії можуть бути записані і переслані до ПК. Додається програмне забезпечення для передачі погодних даних до комп’ютера. Основними параметрами, що вимірює станція є: температура; швидкість вітру, напрям вітру, вологість повітря, тиск повітря, кількість опадів.

Сайт Weather Underground надає інформацію про погоду у світі, включаючи нинішні погодні умови, погодинний прогноз, радіолокаційні та супутникові карти. Зокрема при підключенні метеорологічної станції до

WH109C буде видавати погоду у місцевості, де розміщена кафедра машин та апаратів.

Для того щоб отримати дані про швидкість вітру безпосередньо у місці встановлення вітрогенератора датчики портативної метеостанції було встановлено приблизно на такій же висоті що і щогла вітрогенератора. Цей спосіб буде найбільш об’єктивним і надає найточніші дані про швидкість вітру в місці встановлення. Для проведення об’єктивних вимірювань метеостанція буде працювати впродовж календарного року, оскільки в усіх регіонах існує сезонність вітрів (взимку, осінню і весною вітри сильніше). Короткий проміжок часу не дасть об’єктивної інформації.

На рис.2 приведено знімок з сайту www.wunderground.com з даними метеостанції WH109C, встановленої на кафедрі машин та апаратів Хмельницького національного університету.

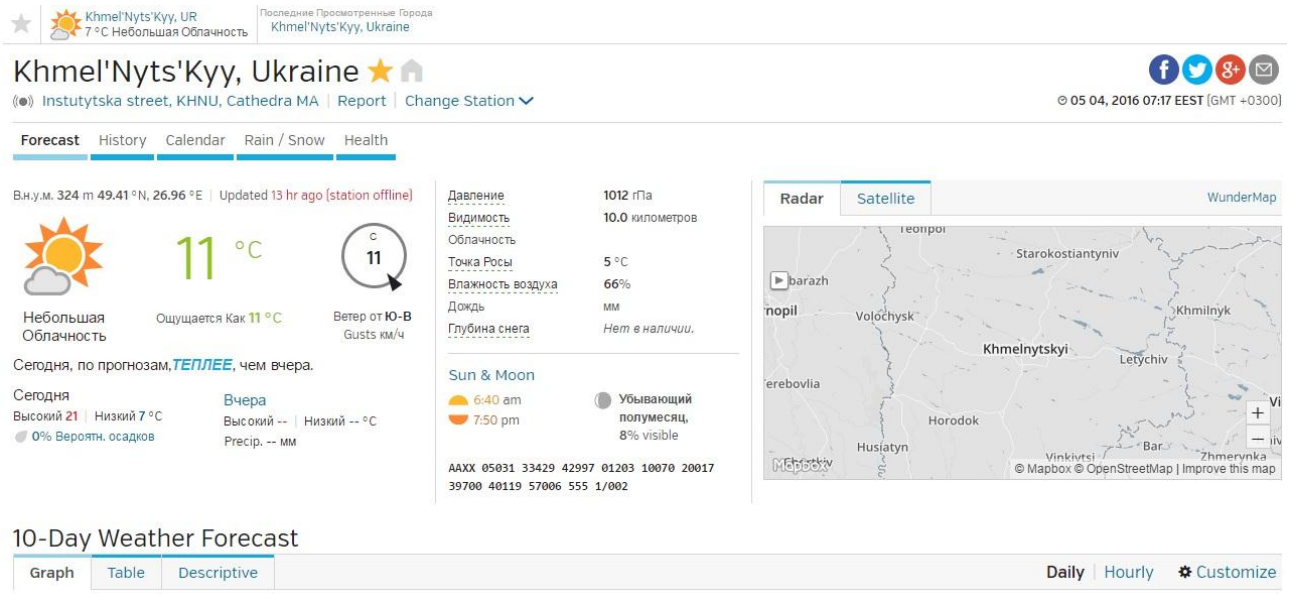


Рисунок 2 - Знімок з сайту www.wunderground.com

Розроблена система збору даних призначена для збору метеорологічних даних з метою подальшого використання в навчальному процесі при підготовці фахівців зі спеціальності «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

УДК 621.924.093

ДВОХКООРДИНАТНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЛАЗЕРНОЇ РІЗКИ ТА ГРАВІЮВАННЯ ДЕТАЛЕЙ

О.С. Поліщук, доц., opolishchuk71@gmail.com
А.О. Поліщук, студент, andrepol215@gmail.com
О.Д. Свинобойчук, студент, sanya.svinoboychuk@mail.ru
Хмельницький національний університет, Україна

При виготовленні різних діючих моделей мехатронних та робототехнічних систем постає проблема виготовлення необхідних деталей з пластику, фанери, м'яких порід дерева та гравіювання певних надписів на них. Дану задачу можна вирішити за допомогою лазерної різки та гравіювання матеріалів.

Лазерне різання (англ. *laser cutting*) - технологія термічного різання й розкроювання матеріалів, при якій як джерело енергії використовується лазер високої потужності. Сфокусований лазерний промінь, керований системою числового програмного керування забезпечує високу концентрацію енергії й дозволяє розтинати практично будь-які матеріали незалежно від їх теплофізичних властивостей. Випромінювання, з енергетичними параметрами які достатні для використання лазерів при технологічних процесах розрізання (розкроювання), має діапазон довжини хвиль від 0,4 до 10,6мкм [1].

Лазерне різання має низку очевидних переваг перед іншими способами розрізування та розкроювання, а саме: малу ширину різу і невелику глибину зони термічного впливу; відсутність механічного контакту дозволяє обробляти крихкі і деформівні матеріали; висока ефективність у дрібносерійному виробництві; простота автоматизації процесу; оплавлення країв розрізу синтетичних текстильних матеріалів запобігає їх розпусканню.

Лазерне гравіювання – процес гравіювання, виконаний за допомогою лазера на спеціальному обладнанні. Сьогодні лазерне гравіювання є найбільш пріоритетним способом нанесення зображення практично на будь-які матеріали – метал, пластик, скло, дерево.

Переваги лазерного гравіювання: швидкість процесу, що значно понижує його собівартість; немає фізичної дії на матеріал, що дозволяє гравіювати важкодоступні місця на предметах; практично немає браку; точність позиціонування; максимальна довговічність зображення.

У зв'язку з цим лазерне різання та гравіювання є одним із високо технологічних процесів обробки різних листових матеріалів, принцип технології якого полягає в тому, що лазерний промінь, збираючись на поверхні оброблюваного матеріалу, нагріває його до тих пір, поки той не почне випаровуватися. Потужність лазерного променя регулюється залежно від матеріалу, що розрізається або гравірується. На відміну від звичайного світлового променя для лазерного характерні спрямованість, монохроматичність і когерентність. За рахунок спрямованості енергія

лазерного променя концентрується на відносно невеликій ділянці. Так, за своєю спрямованістю лазерний промінь у тисячі разів перевищує промінь прожектора. Лазерний промінь має високу міру когерентності – погодженого протікання в часі декількох хвильових процесів. Когерентні коливання викликають резонанс, що посилює потужність випромінювання [2].

Запропонований для вирішення поставленої задачі двохкоординатний пристрій складається із: лазерної головки; системи переміщення головки лазера по двох координатах x і y, виконаної на основі крокових двигунів; електронної системи керування кроковими двигунами та роботою лазерної головки; блоку живлення (рис.1).

а б

в г

а-двохкоординатний пристрій; б- пристрій

підключений до комп’ютера; в-програмне забезпечення;

г-приклад виготовлення гравіювання на матеріалі

Рисунок 1 – Двохкоординатний пристрій для лазерної різки та гравіювання деталей

Технічні характеристики лазера, який використовується в пристрої: вихідна потужність 5,5Вт; довжина хвилі 450нм; спосіб охолодження

алюмінієвим корпусом; максимальна частота модуляції до 25КГц; робоча напруга 12В; робоча температура від -10 до + 40 ^{0}С.

Каркас пристрою виготовлений із міцного алюмінієвого профілю. Деталі приводу двигунів виконанні високої точності. Пристрій має USB вихід для під'єднання до комп'ютера. На комп'ютер встановлюється спеціальна програма, яка може працювати із Gcode або зображенням гравірування (рис.1,в). В процесі роботи потужність лазера регулюється. Глибина різання або гравіювання (рис.1,г) залежить від обраної потужності лазерного пристрою, від фізичних властивостей матеріалу і від кількості проходів (кількості ліній - траєкторія яких збігається з траєкторією вже прорізаних або вигравіруваних ліній). Максимальна товщина дерева м'якої породи (наприклад липи) з якої вирізаються деталі 4 мм. При роботі на даному пристрої використовуються захисні окуляри.

Даний пристрій (рис.1,б) буде корисним для інженерів, аспірантів, магістрів і студентів при розробці різних технічних рішень, а саме при вирізанні чи гравіюванні деталей для них. Також його можна рекомендувати в навчальному процесі, а саме в курсах де розглядається лазерна різка та обладнання, яке для цього використовується.

Бібліографія

1. Є.С. Коваль, В.Г. Доценко, О.Ф. Саленко. Створення пристрою для багатопрохідного різання на лазерно-струмінному комплексі ЛСК-5-400. Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. Випуск 3. 2012р. С.73-75.

УДК 330.131.5

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ

А.О. Поліщук, студент, andrepol215@gmail.com
В.В. Сковбель, магістр, ok.vitia@gmail.com
О.С. Поліщук, доц., opolishchuk71@gmail.com
Хмельницький національний університет, Україна
І.І. Рябуха, інженер, us5nbp@mail.ru
Спільнота «Своя енергія»

У сьогоднішньому світі альтернативні джерела енергії вже не примха, а раціональне рішення, пов'язане з економічною вигодою і турботою про стан навколишнього середовища. Одним із найпопулярніших способів отримання екологічно чистої енергії є сонячна енергетика, в якій сонячні батареї відіграють важливу роль. Використання дорогого та складного обладнання для виготовлення сонячних панелей в промислових умовах веде до великої їх

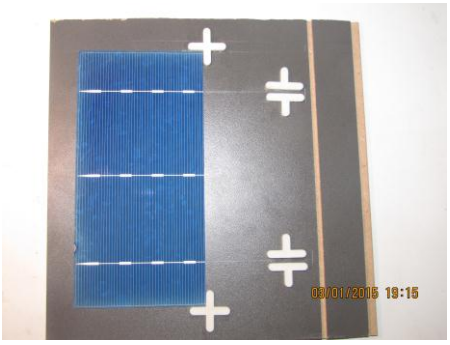
вартості. Тому постає питання їх виготовлення не в умовах промислового виробництва. Виготовлення панелей своїми руками зменшить їх вартість, а для студентів дозволить зрозуміти та вивчити технологію їх виготовлення. Вартість сонячної панелі буде залежати тільки від вартості комплектуючих.

З цією метою необхідно розробити технологію виготовлення сонячної панелі, виготовити пробний зразок, протестувати з використанням необхідного обладнання (контролер, акумуляторна батарея, інвертор, вимірювальне обладнання), а потім поступово нарощувати потужність сонячної електростанції.

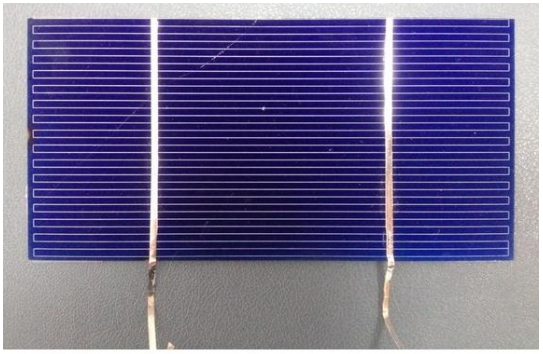
Спільними зусиллями фахівців спільноти «Своя енергія» та кафедри машин та апаратів була розроблена технологія виготовлення сонячної панелі. Головна складова сонячної панелі - фотоелектричні панелі. Їх призначення - пряме перетворення сонячної енергії в електричну. Сонячна панель складається з фотоелектричних елементів (рис.1), які з'єднують між собою послідовно разом та забезпечують необхідну потужність батареї.

Основними технологічними операціями по виготовленню сонячної панелі є: перевірка фотоелектричних елементів на однаковість електричних параметрів; вирізання скла товщиною 4 мм певних розмірів; підготовка елементів рами панелі з пластикового профілю; нанесення скотчу на внутрішню сторону фотоелементу з метою запобігання їх тріскання та пошкодження; припаювання струмопровідної шини до фотоелементу (рис.1, а, б); послідовне з’єднання 36 фотоелементів між собою за допомогою струмопровідної шини; скріплення спаяних між собою фотоелементів до скла за допомогою спеціального герметику (рис.1, в, г); нанесення силікону на елементи рами та одягання їх на скло з приклеєними фотоелементами; припаювання проводів; нанесення захисного шару герметику з внутрішньої сторони сонячної панелі; прикріплення коробки під клемну колодку; припаювання діода Шоткі; тестування сонячної панелі.

Для виконання основної частини перерахованих операцій розроблені та виготовлені спеціальні приспособи (рис.1, а).



а



б

в

г

д

е

а-припаювання струмопровідної шини; б-фотоелемент з припаяною шиною; в-скло з приклеєними фотоелементами; г- скло з приклеєними фотоелементами з внутрішньої сторони; д, е-виготовлені сонячні панелі в міні сонячній електростанції

Рисунок 1 - Сонячна панель

В результаті розробленої технології ми можемо виготовляти сонячні панелі з вихідною напругою 24В та потужністю 50Вт із 36- ти фотоелементів розміром 3х6. Дана технологія дозволить виготовляти сонячні панелі не в промислових умовах та допоможе пізнати студентам технологію їх виготовлення.

На даний час по розробленій технології виготовлено 12 сонячних панелей, які успішно працюють в складі міні сонячної електростанції, встановленої на кафедрі машин та апаратів [1].

Бібліографія

1. А.О. Поліщук, О.С. Поліщук, А.М. Залізецький, І.І. Рябуха. Розробка міні сонячної електростанції для підготовки студентів спеціальностей кафедри машин та апаратів. Збірник тез. Технічнич думок – творчий злет 2015. м.Хмельницький, с.93-94

УДК: 621.317

ВИГОТОВЛЕННЯ ЦИФРОВОГО ОСЦИЛОГРАФА НА БАЗІ DIY КОМПЛЕКТУ

А.О. Поліщук, студент, andrepol215@gmail.com
Б.М. Розимборський, магістр, borya09746@mail.ru
О.С. Поліщук, доц., opolishchuk71@gmail.com
А.В. Буряк, інженер, van_nistelrooy@bk.ru
Хмельницький національний університет, Україна

Жоден інший прилад, за винятком, мабуть, мультиметра, не поширений так, як осцилограф. Застосування сучасних цифрових технологій призвело до серйозної зміни характеристик і можливостей цих приладів. Але і традиційні аналогові осцилографи реального часу не зникли з ринку - їх парк як і раніше росте. По-перше, вони міцно займають нішу простих недорогих осцилографів. По-друге, вони поки ще незамінні при дослідженні високочастотних сигналів.

Поряд з аналоговими осцилографами широко використовуються і цифрові. Якби не обмеження внаслідок кінцевого часу оцифрування сигналу і порівняно висока вартість, вони могли б майже повністю витіснити своїх аналогових побратимів. Повне оцифрування сигналу дозволяє уникнути відображення сигналу в реальному масштабі часу і, отже, підвищити стійкість зображення, організувати збереження результатів і запис рідкісних або повільних процесів (аналог осцилографа, що запам’ятовує), спростити масштабування і розтяжку, ввести мітки.

Використання дисплея замість осцилографічної трубки відкриває можливість для відображення будь-якої додаткової інформації та керування приладом за допомогою меню.

Дорожчі прилади мають кольоровий дисплей, завдяки чому вони дозволяють легко розрізняти сигнали різних каналів, мітки часу і амплітуди, курсори. Останні моделі можуть накопичувати протягом великого числа розгорток сигнал, що відображається, а також виділяти кольором місця з найбільшою повторюваністю сигналу.

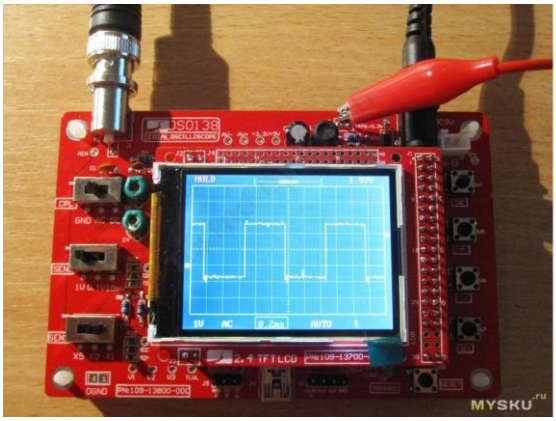
Ще одна важлива перевага - відмінні масогабаритні показники і мале енергоспоживання дозволяють випускати такі прилади в переносному виконанні [1].

На кафедрі машин та апаратів для навчального процесу було виготовлено цифровий осцилограф DSO13 (рис.1). Осцилограф DSO13 був зібраний із комплекту DIY [2] (рис.1,а). Даний комплект випускається китайською

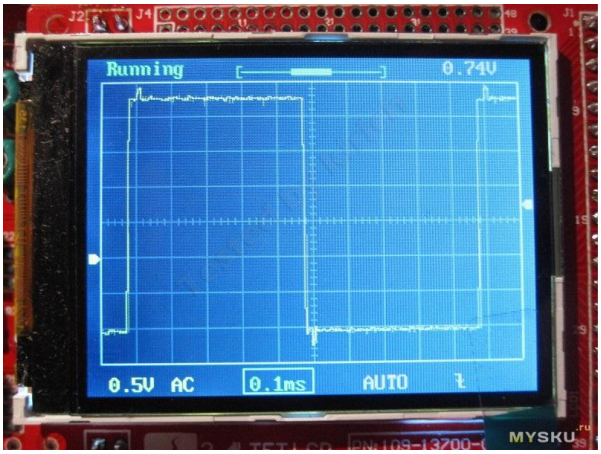
компанією JYE TECH, що займається виготовленням комплектів різних приладів для початкових радіоаматорів. В даний комплект входить процесор ARM Cortex-M3 і 2,4 дюймовий TFT – екран. Він може відображати: частоту; період і ширину імпульсу; максимальне, мінімальне, середнє, пікове значення тощо. У комплекті до осцилографа йде звичайний щуп, без множника. Тому вимірювати можна напругу до 50 Vpp. Однак, із застосуванням щупа з множником 1:10, допустиме вимірювання напруги до 400 Vpp. Щупи підходять стандартні. За характеристиками, прилад здатний вимірювати частоту до 200 кГц, що цілком знаходиться в межах роздільної здатності використаного процесора, однак слід робити поправку, що чим вище частота, тим гірше буде результат вимірювань. На платі є роз’єм USB для підключення до комп'ютера.

Даний набір комплектується без корпуса. Тому з цією метою в графічному редакторі Solid Works було розроблено корпус та виготовлено його за допомогою 3D принтера (рис.1,г).

а



б



в

г

а-DIY комплект; б-спаяний цифровий осцилограф; в-РК дисплей;
г-цифровий осцилограф в зборі

Рисунок 1 – Цифровий осцилограф

Використання DIY комплектів дозволяє студентам під час зборки набути

навиків пайки, налаштування та дослідження даного пристрою. За пайкою і наступними випробуваннями проводиться багато часу. За цей час у студентів напрацьовується дрібна моторика, з'являється акуратність при роботі та нові навички, що в подальшому дасть змогу виготовляти більш складні пристрої. Використання графічних редакторів та 3D принтера дає змогу проектувати та виготовляти деталі любої конфігурації та складності.

Зібраний та налаштований осцилограф можна рекомендувати в навчальному процесі при проведенні лабораторних робіт з різних курсів.

Бібліографія

1. http://www.labfor.ru/articles/dip/1
2. http://ru.aliexpress.com/item/DSO138-2-4-TFT-Digital-Oscilloscope-DIY-Kit.

УДК 685.34.054

РОБОТОТЕХНІКА В ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНОМУ ПРЕСОВОМУ ОБЛАДНАННІ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

С.І. Пундик, викладач, sera_p@mail.ru
О.С. Поліщук, к.т.н., доцент, oleg_p71@mail.ru
Хмельницький національний університет, Україна

За останні 20 років роботи набули промислового значення. І все-таки, незважаючи на істотний прогрес, людство стоїть лише на порозі використання цього чудового досягнення науково-технічної революції. У майбутні десятиліття в ще більшому ступені зросте роль робототехніки в перетворенні технологічних процесів і автоматизації виробництва.

Промислова робототехніка відкриває нові можливості для автоматизації в таких областях, де дотепер вона була неможлива або вимагала більших витрат, наприклад у виробництві виробів невеликими і малими серіями. Вона дозволяє поліпшувати вже відомі технологічні і виробничі процеси, підвищувати якість готових виробів.

Сучасне виробництво на текстильній і легкій промисловості є автоматизованим і роботизованним. На цих технологічних операціях застосовуються маніпуляційні механізми традиційної послідовної структури з різним числом ступенів свободи.

Одним із проблемних місць в легкій промисловості України є використання застарілого пресового обладнання з електрогідравлічним приводом, яке на сьогоднішній день є досить енергозатратним, а також потребує постійної присутності оператора, який переміщує різак.

Через це було запропоновано удосконалити роботу електрогідравлічних пресів, шляхом введення в їх роботу роботизованого маніпулятора.

Ці механізми сприймають навантаження подібно просторовим фермам, що визначає їхню підвищену точність і вантажопідйомність. При заданій

номінальній вантажопідйомності рухливі ланки маніпулятора з паралельною структурою виходять набагато легше, чим ланки аналогічного промислового робота з відкритим кінематичним ланцюгом. Таким чином, тверда структура з легкими ланками дозволяє значно збільшити швидкодію і точність позиціонування маніпулятора. Це робить привабливим застосування маніпулятора, як у високошвидкісних машинах, так і в точних верстатах [1].

В якості маніпулятора було обрано плоский механізм паралельної структури, так як він найбільш підходить для операцій з переміщення різака по робочій області преса і є перспективним об'єктом сучасного машинобудування. Ці механізми сприймають навантаження подібно просторовим фермам, що визначає їхню підвищену точність і вантажопідйомність. При заданій номінальній вантажопідйомності рухливі ланки маніпулятора з паралельною структурою виходять набагато легшими, чим ланки аналогічного промислового робота з відкритим кінематичним ланцюгом. Таким чином, тверда структура з легкими ланками дозволяє значно збільшити швидкодію і точність позиціонування маніпулятора [2].

Як видно з рис.1 графіка 1, при кожному вирубуванню частина електроенергії витрачається на рух ударника преса в положення для вирубування і повернення його в вихідне положення.

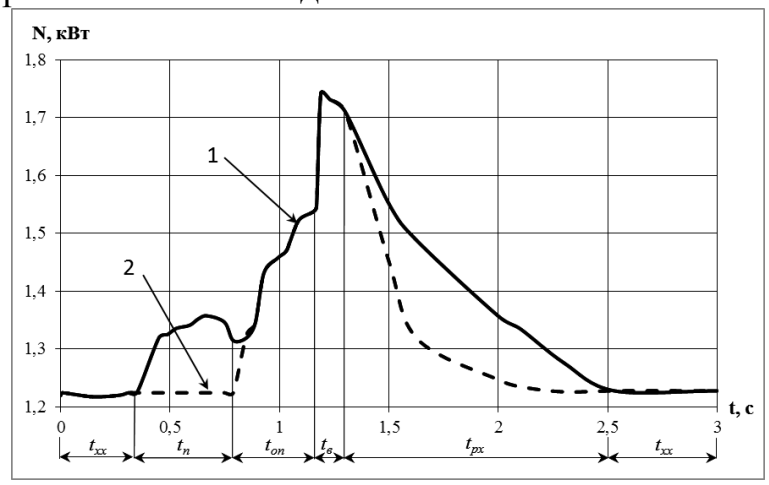


Рисунок 1. Графічна залежність зміни спожитої потужності від часу роботи під час виконання вирубування: *xx* – холостий хід (вистій ударника); *n1* – поворот ударника в робоче положення; *px1* – опускання ударника до контакту з різаком; *в* – вирубування; *px2* – піднімання ударника; *n2* – повернення ударника в початкове положення
1 – з переміщенням ударника, 2 – без переміщення ударника

Для удосконалення процесу вирубування було запропоновано зафіксувати ударник у робочому положенні, що дало б змогу заощадити до 35 % відсотків електроенергії в залежності від периметра різака при кожній технологічній операції (рис.1, графік 2).

Також використання маніпулятора дало б змогу підвищити продуктивність роботи електрогідравлічного преса більш ніж 1,5 рази, як видно з рис.2.

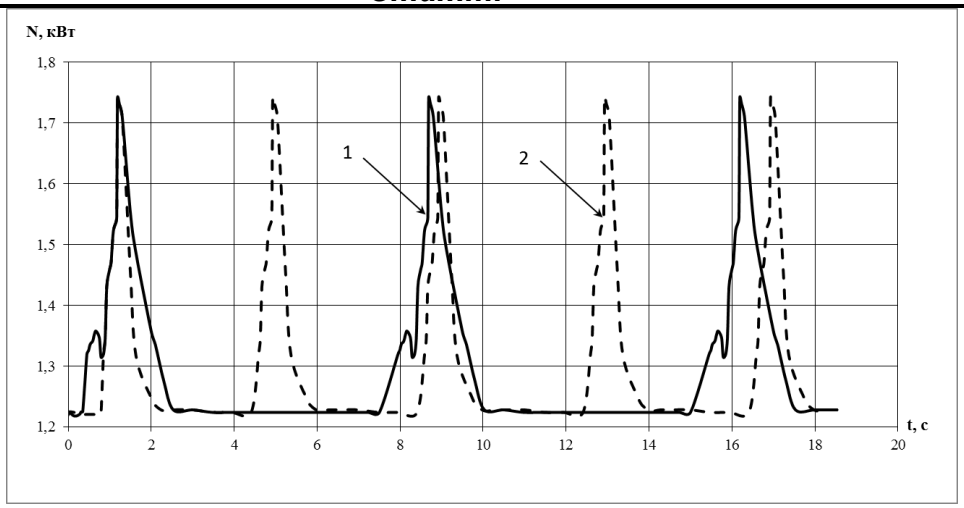


Рисунок 2 – Графічна залежність зміни спожитої потужності від часу роботи:
1 – існуюче пресове обладнання, 2 – удосконалене пресове обладнання

За результатами даного дослідження можна зробити висновок, що використання паралельних маніпуляторів дасть змогу не тільки зменшити енерговитрати в електрогідравлічному пресі на технологічний процес вирубування, але і підвищить його продуктивність та зменшить навантаження на оператора.

Очевидно, що маніпуляційні механізми паралельної структури, у недалекому майбутньому, будуть дуже затребувані на технологічних операціях у легкій промисловості.

Бібліографія

1. Климов В.А., Гончаренко В.Н., Ганулич А.А. Робототехнические системы в текстильной и легкой промышленности / М.: Легпромбытиздат, 1991.-312 с.

2. Глазунов В.А., Данилин П.О., Левин С.В., Тывес Л.И. Разработка механизмов параллельной структуры с кинематической и динамической развязкой. // Проблемы машиностроения и надежности машин. 2010, № 2, с. 23-32.

УДК 620.92:62-527.7

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ СЛІДКУЮЧИХ ТРЕКЕРНИХ СИСТЕМ

Поліщук О.С., к.т.н. доц.
Смутко С. В., к.т.н. доц.
Данко В.М., студент V курсу
Хмельницький національний університет,
вул. Інститутська, 11, м. Хмельницький, 29016
vasyldanko@gmail.com

Одним з основних напрямків розвитку людства являється енергетика. Вона є ключовим атрибутом людства, забезпечує як побутові потреби, з якими

стикається кожна сучасна людина, так і потреби промисловості, адже без енергоресурсів неможливо створити жоден технологічний процес. Загалом енергетика охоплює паливну промисловість та електроенергетику. В умовах сучасного світу постають серйозні проблеми ресурсів, які підходять до межі вичерпання. Сьогодні і з кожним роком потреба в ресурсах зростає і тому доводиться добувати їх у найнедоступніших місцях. Також в навколишнє середовище викидаються великі обсяги шкідливих речовин і радіація. Атомна енергетика, яка донедавна вважалася одною із найперспективніших в галузі негативно показала себе рядом техногенних катастроф.

Вирішити проблеми стабільного розвитку суспільства і економіки могли б нові енергоощадні "зелені" технології і енергозбереження зокрема альтернативна енергетика [1]. Одним із найперспективніших напрямків відновлювальних джерел енергії є сонячна енергетика, яка зараз активно впроваджується у світі. Швидкий розвиток сонячної енергетики зумовлений необхідністю забезпечення екологічної безпеки і водночас енергетичної незалежності. В цьому енергія Сонця займає ключову роль. Сучасна сонячна енергетика ділиться на дві галузі – сонячна теплоенергетика і сонячна електроенергетика. Широке застосування отримало явище фотоефекту, яке реалізоване за допомогою конструкцій з фотоелектричних перетворювачів – сонячних панелей. Основними перевагами є простота процесу, технологічність, висока надійність і гнучкість операцій отримання енергії.

Але сонячні панелі, які використовуються на сьогоднішній день, мають ряд суттєвих недоліків. Головним недоліком сонячних панелей є низький ККД, який зазвичай лежить в межах від 7 % до 18 %, а в лабораторних розробках досягає 39-43% [1]. Також до недоліків слід віднести залежність від погодних умов, часу доби та пори року, необхідність періодичного очищення поверхні від пилу і атмосферних опадів.

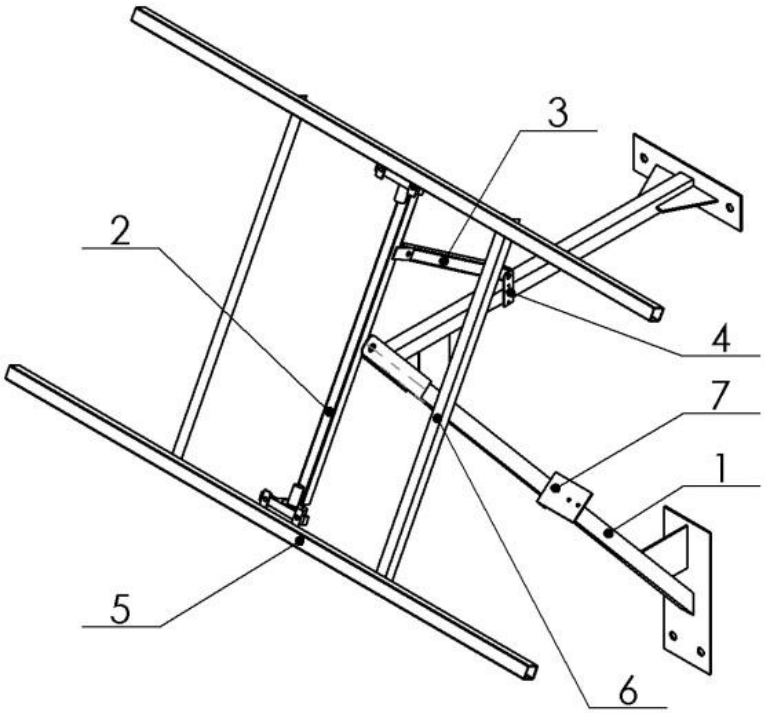
Встановлено, що для більш ефективного перетворення енергії необхідно, щоб кут падіння сонячних променів був перпендикулярним до поверхні сонячних панелей, що мінімізує втрати спричинені відбиванням сонячних променів, а сам напівпровідниковий матеріал повинен мати найнижчу температуру [2].

Отже, питання створення конструкції, яка б могла звести до мінімуму відхилення поверхні панелей від сонячних променів, є актуальним.

Для цього запропоновано створити конструкцію, яка б могла звести до мінімуму відхилення поверхні панелей від сонячних променів. Наразі відомо багато принципово різних конструкцій для досягнення цієї мети, розглянуто одноосьові і двовісні слідкуючі трекерні системи [3]. Але найбільш розповсюдженим способом реалізації є використання слідкуючих трекерних систем – конструкцій, які повертають модулі сонячних панелей, тим самим максимально висвітлюючи їх у світлий час доби. Завдяки цим діям підвищується ККД сонячних панелей за рахунок максимального використання енергетичного ресурсу.

На кафедрі машин і апаратів Хмельницького національного університету було запропоновано встановлення слідкуючих трекерних систем

нетрадиційним способом – на вертикальних площинах стін будинків, які повернуті у південну сторону, або в одну з суміжних південній стороні. Це у свою чергу значно економить обмежену площу, особливо в умовах міста. На рисунку 1 представлена кінематична схема трекера



1 - опора; 2 - вісь трекера; 3 - регулювальна тяга; 4 - кронштейн; 5 - рамка; 6 - місце кріплення приводу; 7 - кронштейн приводу

Рисунок 1- Схема сонячного трекера

Для запропонованої конструкції одновісного трекера, виконано кінематичний розрахунок кутів повороту. В конструкції врахована можливість простого регулювання і настроювання роботи трекера у відповідності від широт, в яких застосовується дана конструкція. Передбачені можливі допустимі робочі відхилення від азимуту рамки 5 і відхилення від головних площин в яких працює конструкція . Для цього виконано градуювання у місцях кріплення основних вузлів між собою. Адже зазвичай самі місця установки на стінах будинків не орієнтовані у необхідному напрямку, що зумовлено плануванням, особливостями розташування будинків. Зміна кута азимута відбувається за допомогою електропневмодвигуна, який керується за допомогою керуючого контролера.

Вісь зеніту пропонується регулювати тягою 3 вручну, декілька разів на рік за допомогою градуйованих міток і кронштейна 4. Для цього проведений вибір оптимальних кутів для регулювання, на основі отриманих даних про положення Сонця для даного регіону. Таке технічне рішення є доцільним, адже установка окремого приводу для зміни кута повороту по зеніту впродовж року для даної конструкції економічно не виправдана.

Дана розробка потребує експериментального дослідження. Для цього необхідно виготовити експериментальну установку, виявити ряд факторів, які не враховані у попередніх дослідженнях. Експериментальні дослідження дозволять визначити показники реальної продуктивності і ККД, які можна порівняти з аналогічною стаціонарною установкою. Також за результатами досліджень з'явиться можливість визначити економічний ефект використання трекерної системи, доопрацювати деякі елементи конструкції, внести поправки в роботу керуючих пристроїв. А загалом, буде зроблено висновок про доцільність трекерних систем, як одного з видів підвищення ефективності фотоелектричних перетворювачів.

Бібліографія

1. Сонячна енергетика – Вікіпедія [Електронний реурс]. - Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Сонячна_енергетика

2. Аналітичний огляд сучасних технологій фотоелектричних перетворювачів для сонячної енергетики / В. П. Кожем'яко, В. Г. Домбровський, В. Ф. Жердецький, В. І. Маліновський, Г. В. Притуляк // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. - 2011. - № 2. - С. 142-157. - Режим доступу:http://nbuv.gov.ua/UJRN/oeiet_2011_2_20

3. Солнечные трекеры – United Solar Technologies [Електронний реурс]. - Режим доступу: http://ust.su/solar/media/section-inner79/3032/

УДК 62-176.2

РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ УНІВЕРСАЛЬНОГО СТЕНДУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОТИ КОНДИЦІОНЕРА СПЛІТ-СИСТЕМИ

Лісевич С.П., ст. викладач,
lisevich_s@mail.ru
Смутко С.В., к.т.н., доцент,
svsmutko@yandex.ru
Хмельницький національний університет
Україна

Сьогодні таким словом як кондиціонер вже нікого не здивуєш. Це поняття міцно і назавжди увійшло в наш повсякденний лексикон. Якщо температура повітря в приміщенні, де ми проводимо більшу частину часу, комфортна для життєдіяльності людини, то збільшується працездатність, підвищується настрій, а значить і загальне самопочуття кожного з нас. Безумовно, набагато приємніше і жити, і працювати там, де чисте повітря і комфортна температура.

В роботі кондиціонера спліт – системи виникають багато несправностей, які призводять до виходу з ладу окремих вузлів, або навіть цілого холодильного контуру кондиціонера. Отже, для вирішення вищенаведених проблем необхідне

спеціалізоване обладнання. Тому розробка стенду для перевірки основних характеристик кондиціонера спліт – системи є актуальним завданням.

На основі аналізу конструкцій стендів для дослідження холодильних агрегатів та кондиціонерів зокрема, встановлено, що деякі конструкції містять тільки прилади для перевірки електричних, або тільки теплофізичних параметрів кондиціонерів [1-4]. Крім того, розглянуті стенди мають громіздкі конструкції та їх можливо використовувати тільки в умовах спеціалізованих підприємств з ремонту холодильної техніки. Стендів, які б містили прилади для вимірювання обох видів параметрів небагато, і за ціною вони досить коштовні. На основі вищесказаного, зроблено висновок про необхідність розробки універсального стенду для досліджень параметрів роботи кондиціонерів спліт-систем.

На кафедрі машин та апаратів Хмельницького національного університету розроблено конструкцію лабораторного стенду для визначення вище перерахованих енергетичних та теплофізичних параметрів кондиціонера спліт системи.

Для вимірювання енергетичних параметрів кондиціонера запропоновано використовувати трифазний електронний багатофункціональний лічильник електричної енергії фірми «Елвін» з оптичною головкою інтерфейсу USB. Основні функції лічильника: лічильник вимірює витрати електроенергії; лічильник оснащений автономним годинником, який показує поточний час та дату, формує сигнали керування. Оптична головка USB ФОП-2 призначена для узгодження оптичного інтерфейсу, що відповідає стандарту IУС61107 та інтерфейсу USB для обміну інформацією з лічильниками електричної енергії трифазними багатофункціональними типу ЕТ. Для фіксації температури запропоновано використовувати цифрові термометри (термопари). В конструкцію стенда також пропонується вмонтувати електротермоанемометри типа ЛІОТ, що дозволяють одночасно вимірювати температуру повітря та швидкість його руху.

Крім того, у даному стенді можна буде вивчати процеси зміни стану вологого повітря в кондиціонері шляхом вимірювання параметрів повітря на вході за допомогою аспіраційного психрометра.

Манометри високого та низького тисків дозволяють вимірювати тиск в двох точках гідропневматичної системи стенду - на лінії нагнітання та на лінії всмоктування, показники яких будуть використані для подальших розрахунків. На лінії нагнітання у холодильному агрегаті запропоновано встановити манометри для вимірювання тиску від 1 до 4 атм, на лінії всмоктування – від 1 до 15 атм.

Режим роботи кондиціонера планується задавати за допомогою пульта дистанційного керування. Для забезпечення безпечної роботи зі стендом електричний струм подається через автомат захисного відключення, що реагує на струм короткого замикання, а також магнітний пускач.

Гідропневматична структурна схема стенду представлена на рис. 1.

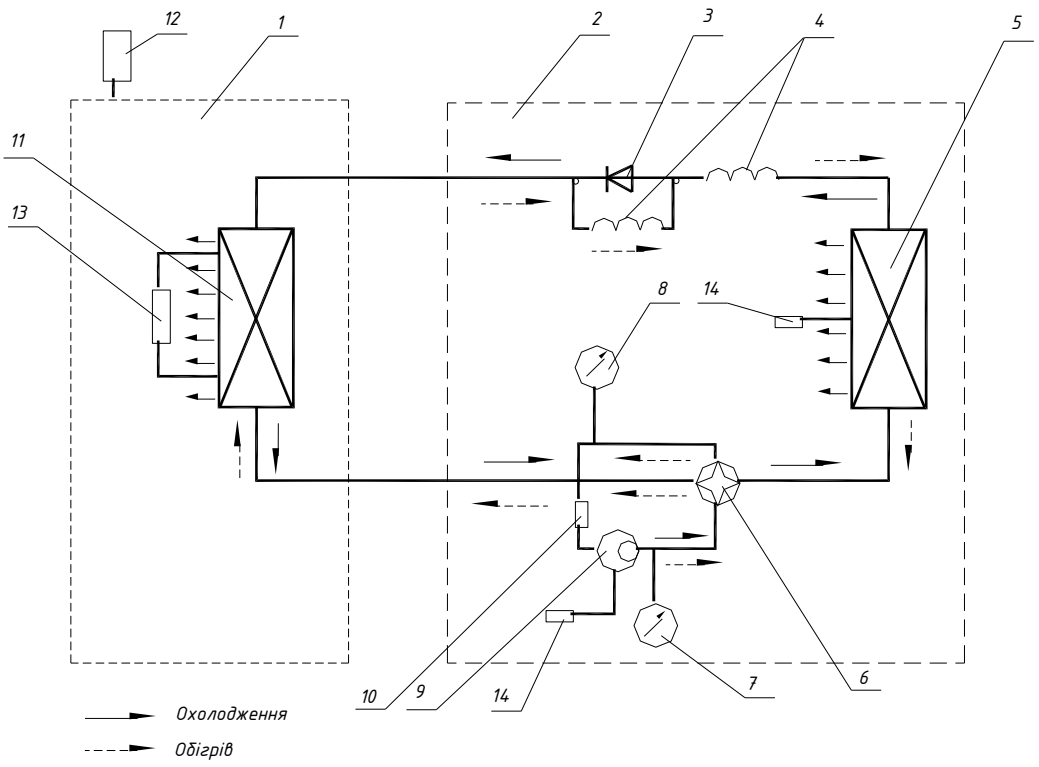


Рисунок 1 – Гідропневматична схема стенду для дослідження побутового кондиціонера

Гідропневматична схема включає наступні елементи: холодильний агрегат у складі - внутрішній 1 та зовнішній 2 блок кондиціонера, компресор 9, клапан чотирьохходовий 6, капілярна трубка 4, контрольний клапан 3, теплообмінник-випарник 11, теплообмінник-конденсатор 5; манометр 7 для вимірювання тиску нагнітання, манометр 8 – тиску всмоктування; психрометри 12 для вимірювання температури повітря, електротермоанемометри 13 для вимірювання швидкісних та температурних параметрів повітря, що виходить з кондиціонера.

В процесі дослідження роботи кондиціонера на запропонованому стенді можливо зареєструвати наступні параметри: споживана потужність в режимах охолодження і нагрівання (Вт); робоча сила струму в режимах охолодження і нагрівання (А); температура повітря в приміщенні (°С); температура повітря на виході з внутрішнього блоку (°С); швидкість повітря на виході з внутрішнього блоку (°С); тиск холодоагенту в системі охолодження (МПа).

Для підтвердження ефективної роботи побутового кондиціонера під час випробовування на заключному етапі потрібно визначити такі параметри: холодильну потужність кондиціонера; теплову потужність кондиціонера; електричну потужність компресора; коефіцієнти ефективності для режимів охолодження і обігріву повітря.

Даний стенд планується використовувати для проведення лабораторних робіт з курсів «Побутові машини та прилади», «Електропобутова техніка», «Сервісне обслуговування обладнання галузі». Для цього розроблено методичні

вказівки, де наведено порядок проведення експериментальних досліджень та представлені методики розрахунку параметрів, що мають бути визначені аналітично. В результаті проведення досліджень параметрів роботи кондиціонера спліт системи студенти зможуть зафіксувати експериментальні дані, обчислити аналітичні параметри та порівняти їх з паспортними даними і зробити висновок про працездатність конструкції.

Бібліографія

1. Коляда В. В. Современные кондиционеры. Монтаж, эксплуатация и ремонт. Солон-Пресс, Ремонт и Сервис XXI, 2010. - 176 с.
2. Кашкаров А. П.. Установка, ремонт и обслуживание кондиционеров. ДМК Пресс, 2011. - 321 с.
3. Бурцев С.И.Блинов А.В.и др. Монтаж, эксплуатация и сервис систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Профессия, 2005. - 376 с.

Ананьев В.А., Балуева Л.Н., Гальперин А.Д., Городов А.К., Еремин М.Ю., Звягинцева С.М., Мурашко В.П., Седых И.В. Системы вентиляции и кондиционирования. Евроклимат, 2003. - 208 с.

УДК 621.3(07)

РОЗРОБКА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПОБУТОВОЮ ТЕХНІКОЮ

Тимощук О.Г., к.т.н., доцент
Хмельницький національний університет
Україна
alex.tymoschuk@gmail.com

Одним із важливих напрямків інженерного застосування теорії нечіткої логіки (нечітких множин) є задачі керування електромеханічних систем та технологічних процесів електропобутової техніки. В загальному випадку проектування системи керування полягає в тому, щоб на основі аналізу стану об’єкту керування визначити значення змінних керування, реалізація яких дозволяє забезпечити бажану поведінку або стан об’єкту керування. Для багатьох випадків, пов'язаних з керуванням технологічними процесами, необхідна побудова моделі розглянутого процесу. Знання моделі дозволяє підібрати відповідний регулятор керування. Але найчастіше побудова коректної моделі є значною проблемою, яка вимагає введення різних спрощень. Застосування теорії нечітких множин для керування технологічними процесами не вимагає знання моделей цих процесів. Достатньо тільки сформулювати правила поведінки у формі нечітких умовних суджень типу IF… THEN. Слід підкреслити, що системи керування, побудовані на основі нечітких множин, охоплюють сьогодні широкий спектр задач - від машин та пристроїв побутового призначення (пральні та посудомийні машини, холодильники) до більш складних систем керування промислових машин та агрегатів [1].

Важливим етапом розробки системи керування із нечітким регулятором є моделювання контура регулювання. На сьогодні пропонуються різні програми для моделювання, що дозволяють проводити розробку та тестування нечітких блоків. Деякі з них дають можливість інтегрувати модель нечіткого регулятора до загальної моделі системи керування та дослідити роботу системи в цілому, інші дозволяють лише перевірити роботу нечіткого блока окремо від системи керування, до якої він інтегрується, при різних значеннях вхідних величин. Значна кількість розробників користується при моделюванні програмним пакетом MATLAB та програмою для моделювання Simulink [2], що входить до його складу. Simulink дає можливість створювати реальні математичні моделі систем керування та досліджувати їх функціонування.

Для моделювання нечітких блоків в програмному пакеті MATLAB/Simulink було розроблено Fuzzy Logic Toolbox, що є набором функцій, створених у числовому обчислювальному середовищі MATLAB. Fuzzy Logic Toolbox містить в собі засоби створення та редагування нечітких-блоків в межах структури MATLAB. Fuzzy Logic Toolbox дає можливість створювати нечіткі блоки трьох типів [3]:

- система інференції Мамдані (Mamdani’s fuzzy inference method) - нечіткий блок, вхідні та вихідні функції приналежності якого можуть мати будь-яку форму;
- система інференції Сугено (Sugeno’s fuzzy inference method) - нечіткий блок, вхідні та вихідні функції приналежності якого можуть бути лише константні або лінійні;
- адаптивна нейро-нечітка система інференції (adaptive neuro-fuzzy inference system) – нечіткий блок, вибір параметрів функцій приналежності якого відбувається на основі заданих бажаних значень вхідних та вихідних величин нечіткого блока за допомогою методів тренування нейромереж.

Недоліком Fuzzy Logic Toolbox є відсутність можливості використання у системі інференції Мамдані функцій приналежності із змінними параметрами, тобто моделювати нечіткий блок, параметри функцій приналежності якого динамічно змінюються в процесі моделювання. Промоделювати в MATLAB/Simulink такий адаптивний нечіткий блок можна, лише написавши функцію користувача, що містить алгоритм обробки інформації таким регулятором, у середовищі MATLAB та помістивши цю функцію до Simulink-моделі за допомогою блока MATLAB Fcn (функція MATLAB) або S- Function (S-функція).

Бібліографія

1. Системи керування електропобутовими приладами : навч. посіб. / А. О. Лозинський, Б. Л. Копчак, В. В. Бушер; Нац. ун-т "Львів. політехніка", Одес. нац. політехн. ун-т. - Л., 2010. - 301 с.
2. Дьяконов В.П, Круглов В.В. MATLAB 6.5 SP1/7/7 SP1/7 SP2 + Simulink 5/6. Инструменты искуственного интеллекта и биоинформатики. Серия “Библиотека профессионала”. - М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2006. - 456 с.:ил.

3. Дьяконов В., Круглов В. Математические пакеты расширения MATLAB. Специальный справочник. - С-Пб: Питер, 2001. - 480 с.

УДК: 621.891

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ВИДІВ ТА МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ВИРУБНОГО ІНСТРУМЕНТУ

Динько О.П., аспірант, alexandr-dynko@mail.ru
Диха О.В., д.т.н., проф., tribosenator@gmail.com
Хмельницький національний університет, Україна

У сфері виробничої діяльності людини йде безперервне вдосконалення технологій перетворення заготовок в деталі. Серед безлічі методів механічної обробки особливе місце займають процеси різання, як досить ефективні, продуктивні і тому широко застосовуються.

Вирубка це розділова технологічна операція, різновидами якої є: відрізка, пробивка, надрізка, обрізка, зачистка, перфорація. Вирубка широко застосовується не тільки для обробки металів але, і для виготовлення виробів з картону, паперу, тканини, шкіри, полімерних плівок, деревини і т. і.

Схема вирубки передбачає циклічний силовий контакт гострого клину (ножа) з жорсткою основою в процесі розрізання. Численні циклічні взаємодії в цих умовах призводять до швидкого зносу і затуплення кромки клина. Отже швидке затуплення інструменту є головною проблемою технології вирубкою.

В результаті аналізу технологічного устаткування розглядались такі типи вирубного інструменту як:

- ножі вовчків, що використовуються у м’ясній промисловості для подрібнення сировини;
- ножі кутерів, що використовуються в кутерах для виготовлення фаршу;
- ножі бурякорізок, що використовуються при приготуванні цукру;
- ножі штампів для виробництва поліетиленових пакетів.

Всі ці ножі мають різну форму, виготовлені з різного матеріалу, але їх об’єднує одна проблема, це низька зносостійкість.

В результаті проведеного аналізу існуючих видів зміцнення вирубного інструменту різними способами було встановлено декілька варіантів. Одним із таких видів є підвищення зносостійкості ножів для зрізання цукрових буряків у стружку конструктивними та технологічними засобами. Як показали дослідження, окрім абразивного, механічного та корозійного зношення ножа має місце також кавітація, яка значно прискорює руйнування ріжучого леза ножа [1]. Але руйнівний вплив кавітації можна суттєво зменшити за рахунок вдосконалення геометрії заточування бурякорізальних ножів та зміцненням робочої частини ножів зносостійкими покриттями. В роботі Фабричнікової І.А. встановлено залежності між опором різання робочих поверхонь та кутами торцювання і загострення ножів, це дозволило при куті загострення ножа

9…10° та комбінованому зміцненні лазером з подальшою хіміко-термічною обробкою тугоплавкими металами із парів алюмохромофосфатного зв´язуючого або наддрібного порошку SiO2 для отримання зміцненої дрібнозернистої структури металу підвищити їх зносостійкість при зрізанні коренеплодів буряків в стружку та якість бурякової стружки [2].

У відомих літературних джерелах наведено багато даних про надійність і довговічність ножів вовчка, але в них не має даних в яких можна було б порівняти величину зношування окремих лез ножа [3,4].

Одним із дослідником даного напрямку є Полуян В.О. В його роботі досліджувалось використання для зміцнення робочих поверхонь хрестових ножів зносостійких матеріалів (сормайт, Р6М5, Р-18, Х6ВФ, ТН-20) і було встановлено, що лише у зразків зміцнених композицією ТН-20 були отримані найбільш стабільні показники (знос, коефіцієнт тертя, мікротвердість), і вона рекомендується для зміцнення ножів вовчків, оскільки володіє високими антикорозійними і зносостійкими властивостями [5].

В роботі Фоміна Р.Б. [6] встановлено, що жоден з відомих способів відновлення і виготовлення хрестових ножів промислових м'ясорубок не дозволяють отримувати ножі з високими показниками довговічності. З огляду на наявність запасу металу в тілі деталі і її високу технологічність, в якості базової прийнята технологія відновлення хрестових ножів обробкою тиском в штампі. В результаті чого встановлено оптимальний кут нахилу деформуючого пуансона штампа, рівний 25^0 . За результатами випробувань на зношування встановлено, що ресурс відновленого ножа перевершує ресурс серійного на 23 %, що дозволяє говорити про довший термін служби виробу [6].

Ще одним вченим, Бареяном А.Г. [7], розглянуто основні способи підвищення зносостійкості шляхом самозагострення. Цей ефект можливий при отриманні двошарового або багатошарового ножа з різною твердістю шарів. Співвідношення твердості більш зносостійкого шару до твердості менш зносостійкого шару має перебувати в межах 18…22. Період стійкості таких ножів в 1,5-2 рази і термін служби в 1,3-1,4 рази перевищують відповідні показники для одношарового ножа.

Темпи росту виробництва, збільшення годин роботи обладнання, попиту на кінцевий продукт, диктують нові вимоги до якості вирубного обладнання. Робота в напрямку вдосконалення вирубного інструменту повинна бути продовжена на вимогу сьогодення.

В процесі подальших досліджень з урахуванням встановлених факторів, будуть уточнені і обгрунтовані оптимальні способи підвищення зносостійкості вирубного інструменту.

Бібліографія

[1] Фабричнікова І.А. Зношення бурякорізальних ножів при зрізанні коренеплоду цукрового буряка [Текст] / І.А. Фабричнікова // Сільськогосподарські машини: Зб. наук. ст. – Вип. 21. – Том ІІ. – Луцьк:ред.-вид. відділ ЛНТУ, 2011. – С. 150-157.

[2] Фабричнікова І.А., Коломієць В.В. Практичні рекомендації по збільшенню ресурсу бурякорізальних ножів [Текст] / І.А. Фабричнікова, Коломієць В.В. // Проблеми трибології. – 2015. –№3. – С. 122-126.
[3] Илюхин В. В. Процессы изнашивания системы «нож – решетка» в волчках. / В. В. Илюхин.// Мясные технологии. – 2011. – №2. – С. 36 – 38.
[4] Некоз С. О. Підвищення ефективності роботи і довговічності різального комплекту м'ясорізальних вовчків : дис… кандидата техн. наук. / С. О. Некоз – К. : УДУХТ, 2001. – 165 с.
[5] Полуян В.А. Повышение долговечности ножей мясоизмельчительных машин / дис. на соиск. уч.. степени канд. техн. наук/ Полуян В. А. – З.: Зерноград, 2006. –С.7–10.
[6] Фоміна Р.Б. Технология восстановления крестовых ножей промышленных мясорубок давлением/ дис. на соиск. науч. степ. канд. техн. наук/ Фомин Р. Б.-С.: Саратов, 2001. – С. 110-113.
[7] Бареян А.Г. Повышение износостойкости и долговечности ножей куттеров при самозатачивании / дис. на соиск. уч.. степени канд. техн. наук/ Бареяном А.Г. – С.: Ставрополь, 2000,- С.165-168.

УДК: 621.891

КОМБІНОВАНА ЦИЛІНДРИЧНА ОПОРА КОВЗАННЯ

Диха К.О., аспірант, tribosenator@gmail.com
Сорокатий Р.В., д.т.н., проф., rsorokaty@gmail.com
Хмельницький національний університет, Україна

В роботі запропонована нова конструкція циліндричного підшипника ковзання з покращеними умовами змащування і зносостійкими властивостями. Відомий радіальний підшипник рідинного тертя [1], що містить вмонтовану в корпусі вставку, на робочій поверхні якої паралельно торців виконані масло утримуючі сегметовидні канавки, а також підшипник, посередині робочої поверхні якого виконані кільцева маслопідвідна канавка і масляні кармани, рівномірно розміщені з обох боків канавки в шаховому порядку під кутом 120° [2]. Недоліком вказаних підшипників є те, що площа канавок і карманів складає 15…20 % поверхні тертя, за рахунок чого відповідно зменшується несуча здатність і зносостійкість контактної поверхні. Відомий також підшипник ковзання [3], який на контактній поверхні вставки має радіальні маслопідвідні отвори, з'єднані між собою осьовими отворами, які в свою чергу з'єднані з системою мащення кільцевою канавкою. Наявність чисельних наскрізних отворів в тілі вставки, виконаної у вигляді циліндричної втулки, також послаблюють несучу здатність контактної поверхні і міцність втулки, унеможливлюють монтування втулки в корпусі підшипника з достатнім натягом і створення сприятливих напружень поверхні ковзання.

Підвищення зносостійкості і поліпшення умов рідинного мащення запропонованого підшипника ковзання досягається тим, що вставка підшипника виконана у вигляді циліндричної спіралі, на внутрішній поверхні якої створені тангенціальні напруження стискання. Вставку підшипника

отримують намотуванням пружного зносостійкого прутка квадратного перерізу на циліндричне осердя, діаметр якого рівний діаметру спареного з вставкою вала. Між витками спіралі витримують зазор 1…2 мм. Довжину спіралі призначають рівною довжині корпусу вальниці плюс розмір сторони квадратного перерізу прутка. За зовнішнім діаметром спіралі виконують отвір корпусу підшипника, у який вільно вставляють спіраль і шліфують обидва плоскі торці вставки, видаляючи припуск, рівний 0,5 розміру сторони квадратного перерізу прутка.

На рис. 1 показано осьовий переріз запропонованого підшипника ковзання. Підшипник складається з гвинтової циліндричної втулки 1, вставленої в корпусі 2 і стиснутої кришками 4 і 5 таким чином, що між витками вставки залишається зазор 0,3…0,5 мм. В кришці 5 є різьбовий отвір *а* для введення мастила від системи рідинного, а в кришці 4 є різьбовий отвір *б* для виведення мастила в систему мащення. Ущільнення між корпусом 2 і кришками 4 і 5 забезпечують прокладки 3. Кріплення кришок 4 і 5 до корпусу 2 здійснюється гвинтами.

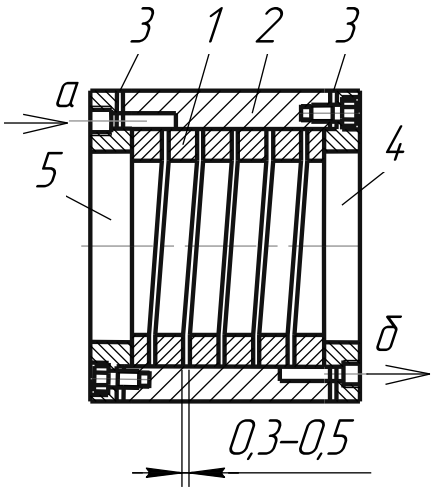


Рис. 1 підшипник ковзання

Підшипник працює наступним чином. При стисканні вставки 1 гвинтами і кришками 4 і 5 збільшується зовнішній діаметр вставка і вона щільно прилягає до корпусу 2. а на внутрішній поверхні вставки створюються тангенціальні (колові) напруження, які протилежні за знаком робочим напруженням розтягування контактної поверхні вставки в процесі тертя. При цьому робочі напруження в зоні контакту зменшуються і відповідно поліпшується зносостійкість підшипника.

Мастило від системи рідинного мащення через різьбовий отвір *а* в лівій кришці 5 подається у верхню осьову канавку корпусу 2 і далі вводиться у гвинтову канавку шириною 0,3…0,5 мм, утворену за рахунок зазору між витками вставки 1. Мастило рівномірно змащує контактну поверхню тертя вала і вставки. Рух мастила через гвинтову канавку інтенсивно охолоджує бокові стінки витків вставки 1, виносить продукти зносу в нижню осьову канавку

корпусу 2 і через різьбовий отвір *б* у правій кришці 4 виводиться на зливання в систему мащення.

За наявності (в межах допуску) перекосу вала відносно підшипника контактна поверхня втулки за рахунок пружної деформації витків самовстановлюється, стає дотичною поверхні валу і площа контакту практично не змінюється.

Бібліографія

[1] А.С. №863903 кл. F16 С33/10. Подшипник скольжения / Ф.П. Снеговский, А.Е. Горкуша, Н.П. Олейников // БИ, 1981, №34.

[2] Пат. 38601 Україна, МПК F16C 17/02. Радіальний підшипник ковзання / С.А. Дзятко, Я.І. Гриценко; заявник і патентовласник НВО «Машпроект». – u 200007482; заявл. 31.07.2000; опубл. 15.05.2001. Бюл. № 5.

[3] Пат. 60516 Україна, МПК F16C 17/02. Підшипник ковзання / Ф.П. Снеговский, В.П. Савчук, заявник і патентовласник Херсонський державний університет. – u 2002119005; заявл. 12.11.2002; опубл. 15.10.2003. Бюл. № 10.

УДК 621.9

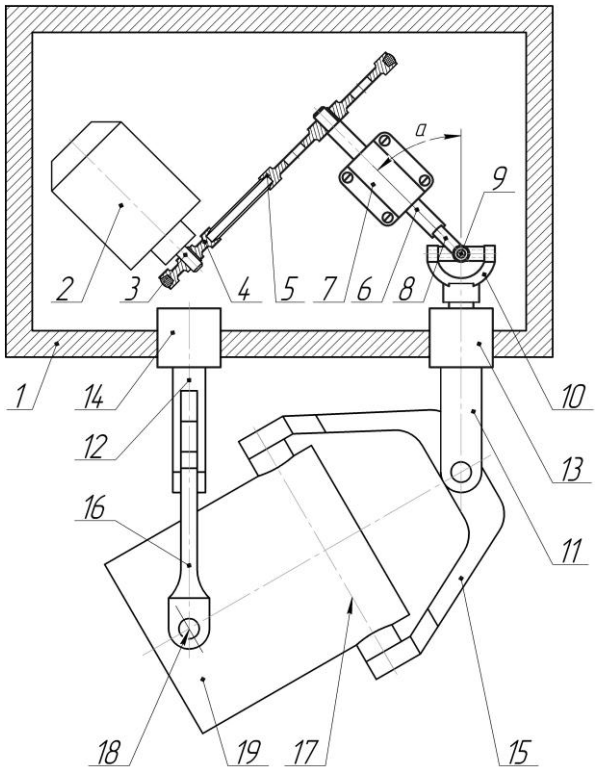
НОВІ СПОСОБИ ТА УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ОБРОБКИ ДРІБНИХ ПОЛІМЕРНИХ ДЕТАЛЕЙ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Залюбовський М.Г., асп.,
Панасюк І.В., д.т.н.,проф.
Київський національний університет технологій та дизайну

Після формоутворення дрібних полімерних деталей легкої промисловості здійснюється подальша їх обробка в рухомій сипкій масі, таким чином, реалізуються технологічні процеси покращення якості поверхонь виробів [1]: шліфування та полірування.

Для таких типів обробки найчастіше використовують обертові галтувальні барабани. Такий спосіб обробки потребує значного часу, знижується продуктивність праці. Суттєво підвищити продуктивність такої обробки можливо за рахунок інтенсифікації взаємодії між елементами робочого середовища та стінками робочої ємкості. Одним з перспективних способів такої фінішної обробки може бути застосування галтувальної машини, робоча ємкість якої виконує складний просторовий рух.

Реалізація такого руху можлива в устаткуванні типу "Turbula". Існуючі конструкції такого устаткування мають складну будову та кінематику привода. З метою спрощення конструкції та реалізації необхідного заданого закону руху ведучого валу машини та параметрів взаємодії робочого середовища розроблено нову конструкцію машини.



Попередніми дослідженнями [2] встановлено, що забезпечити такий характер руху робочої ємкості можливо, якщо ведучий та ведений вали машини виконуватимуть однаковий, але зміщений на півперіоду синусоїдальний циклічно-нерівномірний обертальний закон кутової швидкості, при якому кутові прискорення ведучого та веденого валів машини будуть також зрівноважені в протифазі, протилежні торці робочої ємкості рухатимуться з однаковою інтенсивністю.

Для реалізації таких кінематичних параметрів руху ланок конструкцію машини оснащують спеціальними механічними приводами [3]. Розглянемо конструкцію машини для обробки деталей із застосуванням приводу, у складі якого використовується шарнір Гука, що представлена на рисунку.

Така конструкція машини для обробки деталей містить станину 1, в якій розміщений електродвигун 2, на валу 3 якого закріплений ведучий шків 4 пасової передачі, ведений шків 5 жорстко з'єднаний з валом привода 6, що встановлений в підшипниковій опорі 7 та виконаний заодно з ведучою вилкою 8 шарніру Гука, хрестовину 9, яка кінематично з'єднана з ведучою 8 та веденою 10 вилками шарніру Гука. В свою чергу, ведена вилка 10 закріплена на ведучому валу 11 машини. Ведучий 11 та ведений 12 вали закріплені в підшипникових опорах 13 та 14 відповідно, а також з'єднані з вилками 15 та 16 машини відповідно, діаметрально взаємно перпендикулярні вісі яких 17 та 18 являються осями кріплення робочої ємкості 19.

Для того, щоб відтворити необхідний закон зміни кутової швидкості на ведучому валу машини необхідно встановити значення кута α між вісями валів шарніру Гука. В роботі [4] виведено вирази (1) та (2), що описують роботу шарніру Гука:

$$\frac{\omega_2^{\max}}{\omega_1} = \frac{1}{\cos\alpha} \qquad (1)$$

$$\frac{\omega_2^{\min}}{\omega_1} = \cos\alpha \qquad 2)$$

Де: ω_1 − постійна кутова швидкість ведучої вилки шарніру Гука, $\omega_2^{\max}$, $\omega_2^{\min}$ − максимальне та мінімальне значення закону зміни кутової швидкості веденої вилки шарніру Гука відповідно.

З рівнянь (1) та (2) виразимо значення ω_1 та об'єднаємо їх в одне рівняння:

$$\omega_2^{\max}\cos\alpha = \omega_1 = \frac{\omega_2^{\min}}{\cos\alpha} \tag{3}$$

Приведемо рівняння (3) до наступного вигляду:

$$\cos^2\alpha = \frac{\omega_2^{\min}}{\omega_2^{\max}} \tag{4}$$

В роботі [2] виведено вирази, для визначення необхідних екстримальних значень закону зміни кутової швидкості на ведучому валу машини за середнім значенням постійної кутової швидкості $\omega_{сер}$:

$$\omega_2^{\min} = \frac{2\omega_{сер}}{3} \tag{5}$$

$$\omega_2^{\max} = \frac{4\omega_{сер}}{3} \tag{6}$$

Підставимо значення виразів (5), (6) у рівняння (4) та після скорочення значеннь середньої кутової швидкості $\omega_{сер}$ отримаємо:

$$\cos^2\alpha = 0{,}5 \tag{7}$$

В свою чергу, для лівої частини виразу (7) запишемо формулу для пониження ступеня тригонометричної функції:

$$\cos^2\alpha = \frac{1+\cos 2\alpha}{2} \tag{8}$$

Підставимо значення виразу (8) у рівняння (7):

$$\frac{1+\cos 2\alpha}{2} = 0{,}5 \tag{9}$$

Після відповідного перетворення, вираз (9) буде мати вигляд:

$$\cos 2\alpha = 0 \tag{10}$$

Знайдемо значення кута α з урахуванням того, що у виразі (10) записано тригонометричну функцію для подвійного кута:

$$0{,}5\cdot\arccos\alpha = 0{,}5\cdot\arccos 0 = 0{,}5\cdot 90^\circ = 45^\circ \tag{11}$$

Таким чином, встановлено, що значення кута α між осями валів шарніру Гука, яке буде забезпечувати реалізацію необхідного синусоїдального циклічно-нерівномірного обертального закону кутової швидкості на ведучому валу машини повинно становити 45°.

Крім того, щоб ведучий та ведений вали машини виконували однаковий, але зміщений на півперіоду синусоїдальний циклічно-нерівномірний обертальний закон кутової швидкості потрібно, щоб максимальні пікові значення закону зміни кутової швидкості, утвореного на веденій вилці 10 шарніру Гука, відповідали таким положенням ведучої вилки 15 машини, при яких її вісь 17 буде розташована паралельно до вертикальної площини, а мінімальні пікові значення закону зміни кутової швидкості, утвореного на веденій вилці 10 шарніру Гука, мають відповідати таким положенням ведучої вилки 15 машини, при яких її вісь 17 буде розташована паралельно до горизонтальної площини.

Бібіліографія

[1] Залюбовський М.Г. Особливості процесів змішування та обробки деталей легкої промисловості у машині зі складним рухом робочої ємкості // 14-та Всеукраїнська наукова конференція молодих вчених та студентів "Наукові розробки молоді на сучасному етапі" // Тези доп., том 2 - С. 217;

[2] Панасюк І.В. Визначення закону зміни кутової швидкості ведучого валу машини для обробки деталей зі складним рухом робочої ємкості / І.В. Панасюк, М.Г. Залюбовський // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну – 2015. – №5. – С. 40-46;

[3] Панасюк І.В. Визначення деяких конструктивних параметрів приводу маятникового типу машини з тривимірним обертанням барабану для змішування та обробки деталей / І.В.Панасюк, М.Г.Залюбовський, Ю.В.Клапцов // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну – 2014. – №3. – С. 221-228;

[4] Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. - М.: "Наука", 1975. - 640 с;

МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ РОЗМІРІВ ЧАРУНОК ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Защепкіна Н. М., проф., д. т. н.
Бурмистрова А.О., магістранта 2 курсу
Національний технічний університет «Київський політехнічний інститут»
burmi-anastasiya@yandex.ru

В наш час забруднення навколишнього середовища негативно впливає на здоров’я людини. Саме текстильні матеріали є бар’єром між людиною та забрудненим повітрям.

Гігроскопічні властивості текстильних матеріалів, характеризують їх здатність поглинати водяні пари і воду та віддавати їх в навколишнє середовище. Залежно від навколишніх умов матеріали можуть утримувати поглинені речовини або віддавати їх. Поглинання часто супроводжується зміною маси, розмірів, механічних та фізичних властивостей текстильних

матеріалів. Поглинання парів здійснюється шляхом адсорбції, абсорбції та капілярної конденсації, що залежать, головним чином, від волокнистого складу виробів.

Проникність текстильних виробів характеризує їх здатність пропускати через себе повітря, пар, пил, рідини, тепло, радіоактивне випромінювання, звук і т. д. Характеристика зворотна проникності, обумовлена здатністю чинити опір проходженню через текстильні матеріали різних частинок, називається непроникністю або впертістю [1].

До теплових або термічним властивостей відносяться властивості, які характеризують ставлення матеріалу до дії на нього теплової енергії. Для текстильних матеріалів вимірюють теплозахисні властивості, теплостійкість, вогнестійкість, морозостійкість. Для одежних текстильних полотен, особливо тих, які використовуються для оберігання людського організму від зайвих теплових втрат або перегріву, особливо важливе значення мають характеристики теплозахисних властивостей.

Для підвищення рівня захисту необхідно зменшувати параметри чарунок матеріалу. Для контролю параметрів чарунок необхідно проводити вимірювання геометричних розмірів чарунок, від яких залежать гігієнічні властивості матеріалів, а саме, гігроскопічність, пило-та повітро-проникність [2].

Існуючі методи визначення геометричних розмірів чарунок текстильних матеріалів не задовольняють необхідної точності, тому для проведення вимірювань нами була обрана телевізійна інформаційно-вимірювальна система (ТІВС) [3].

Структурная схема ТІВС представлена на рис.1

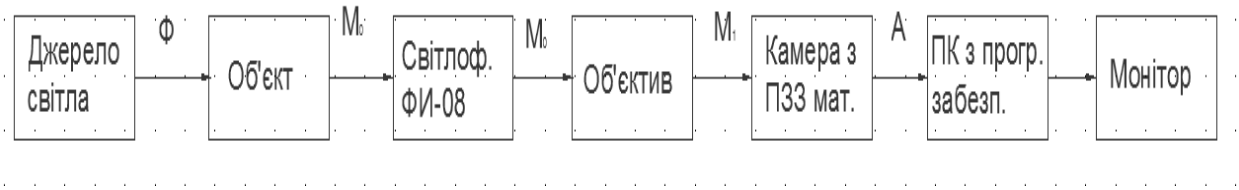


Рисунок 1. – Структурна схема ТІВС

Таким чином, ТІВС дозволяє з більшою точністю визначити геометричні розміри осередків текстильних матеріалів, а наявність спеціально розробленого програмного забезпечення дозволяє з більшою швидкістю проводити вимірювання і контролювати результати, які відображаються безпосередньо на екрані монітора.

Бібілографія

[1] Защепкіна Н.М., Бурмистрова А.О. «Усовершенствонание метода определения геометрических размеров ячеек текстильных материалов»

[2] Папаян Г.В., Агроскин Л.С., Барский И. Я. Приборы для аналитической микроскопии. Оптический журнал, -1993, №12, с. 16-25.

[3] Порев В.А. Телевизионная пирометрия // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2002. –№4.

УДК 621.73.69.001.24:536.224

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ КОНТАКТЕ ГРАДИЕНТНО-НАГРЕТОЙ ЗАГОТОВКИ С ПЛОСКИМ БОЙКОМ

Кухарь В.В., д-р техн. наук, професор
Балалаева Е.Ю., канд. техн. наук, доцент
Нагнибеда Н.Н., студент
ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет»,
г. Мариуполь, Украина, kvv.mariupol@gmail.com

Термодинамические процессы, протекающие при горячей обработке материалов давлением, оказывают влияние на выбор термомеханических режимов, а их учет необходим для исключения дефектов термического происхождения и деформационного разрушения заготовки, обеспечения требуемых температур и высокой стойкости штампового инструмента. Как известно, температура заготовки на протяжении термического цикла от нагрева до завершения деформирования не должна выходить за верхнюю и нижнюю границы справочного «интервала ковочных температур». Гораздо сложнее произвести выбор термомеханических режимов в процессах градиентного (неравномерного) нагрева заготовок под последующую обработку давлением: ковку или штамповку. Задача существенно усложняется на этапах начального остывания заготовки тем, что необходимо учитывать исходное распределение температур в заготовке, тепловые процессы на контакте неравномерно нагретых частей заготовки с воздухом и инструментом. Для решения таких задач наиболее целесообразно использование приемов численного счета в качестве метода разработки математической модели процесса.

Интенсификацию формоизменения градиентным нагревом по длине заготовки рассматривают как температурный способ безручьевого профилирования, который позволяет управлять конечной формой изделия. Распределение температур по высоте (длине) заготовки следует корректировать как на время, проходящее от конца нагрева заготовки до начала её деформирования, так и на время контакта заготовки с нижним штампом (бойком) до деформирования. Выявлено, что термодинамические процессы охлаждения на штампе заготовки, которая неравномерно прогрета по высоте, ранее не изучали.

Целью работы была разработка математической модели термодинамических процессов, происходящих при контакте и остывании неравномерно нагретой по высоте заготовки на плоском штампе перед деформированием.

Для разработки математической модели выбран метод элементарных тепловых балансов. Применительно к заготовке рассматривали одномерную модель, то есть плотность теплового потока является функцией координаты по

оси заготовки и времени. Применительно к штампу рассматривали двухмерную модель с его прогревом вглубь и в стороны.

Нагретую заготовку (рис. 1) условно разбивали на элементарные объемы (слои) цилиндрической формы толщиной Δx и площадью $F = \pi D_0^2 / 4$, где D_0 – диаметр заготовки. Аналогично проводили условное разбиение тела штампа на слои толщиной $\Delta x^{/}$. Размеры Δx выбирали небольшими по сравнению с длинной заготовки L_0, принимали $\Delta x = \Delta x^{/}$.

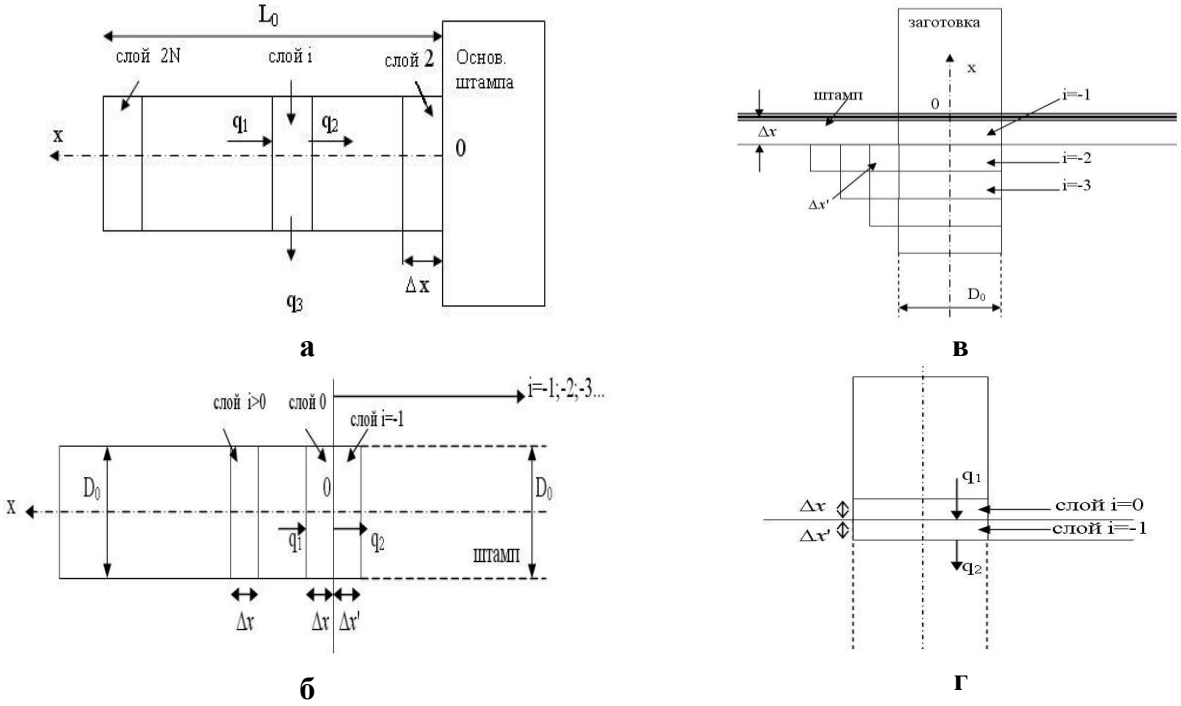


Рисунок 1 – Схемы теплопередачи в заготовке и штампе:
а – в промежуточном слое (*i*); б – в приконтактном слое (*i* = 0);
в – прогрев слоев штампа (*i* = -1; -2; -3); г – теплопередача в штамп

Искомое рассредоточение температур по длине заготовки зависит от начального распределения. Рассматривали два типа распределения: а) линейное, с меньшими значениями температуры на торцах заготовки и максимумом в поперечном сечении на середине её высоты; б) соответствующее рассредоточению деформаций при осадке высоких заготовок.

Количество элементарных объемов при рассмотрении заготовки: $N = L_0 / \Delta x$, порядковый номер каждого элемента Δx обозначали как $i = 1; 2; ... N$. Время от окончания нагрева заготовки до начала её деформирования обозначали через τ и разбивали на M элементарных промежутков $\Delta\tau$, т.е. $M = \tau / \Delta\tau$. Каждому элементарному $\Delta\tau$ присваивали порядковый номер $j = 1; 2; ... M$. Величина $\tau_{(j)} = \sum_{j=1}^{j=1;2...M} j \cdot \Delta\tau$ подлежит определению. Обозначали (в °С): $t_{i;j}$ – температура произвольного слоя в любой промежуток времени, где i – номер произвольного слоя, j – номер промежутка времени.

Теплопередача от слоя к слою в заготовке и штампе происходит в соответствии с основным законом Фурье, теплообмен с окружающей средой –

согласно закону Стефана-Больцмана. На основании составления уравнений тепловых балансов для выделенных слоев и их решения определяли изменение температуры в конечно-разностной форме.

Температура i–го слоя в последующий момент времени $t_{i;j+1}$.

$$t_{i;j+1} = t_{i;j} + \frac{a_{i-1;j}\cdot\Delta\tau}{\Delta x^2}\left(t_{i-1;j} - t_{i;j}\right) - \frac{a_{i+1}\cdot\Delta\tau}{\Delta x^2}(t_{i;j} - t_{i+1;j}) - \\ - \frac{4\sigma_{pr}\Delta\tau}{D_0}\cdot\left[\left(t_{i;j}+273\right)^4 - \left(t_{\hat{i}.\tilde{n}.}+273\right)^4\right], \quad (1)$$

где $a = \lambda/\rho\cdot\tilde{n}$ – коэффициент температуропроводности материала, здесь ρ и c – плотность (кг/м^3) и теплоемкость (Дж/(кг·К)) материала заготовки при заданной температуре; $\sigma_{pr} = 5{,}67\cdot10^{-8}\cdot\varepsilon_{cm}$ (Вт/м^2·К^4), здесь ε_{cm} = 0,8 – степень черноты заготовки и штампа.

Температура слоя, обращенного в окружающую среду:

$$t_{2N;j+1} = t_{2N;j} + \frac{\lambda_{2N-1;j}\Delta\tau}{\rho_{2N;j}\cdot c_{2N;j}\cdot\Delta x^2}(t_{2N-1;j} - t_{2N;j}) - \\ - \frac{(1+\frac{4\cdot\Delta x}{D_0})\Delta\tau}{\rho_{2N;j}\cdot c_{2N;j}\cdot\Delta x}\cdot\sigma_{pr}\left[\left(t_{2N;j}+273\right)^4 - \left(t_{\hat{i}.\tilde{n}}+273\right)^4\right] \quad (2)$$

Температура слоя заготовки, контактирующего со штампом:

$$t_{0;j+1} = t_{0;j} + \frac{\lambda_{1;j}\Delta\tau}{\rho_{0;j}c_{0;j}\cdot\Delta x^2}(t_{1;j} - t_{0;j}) - \frac{\lambda_0\Delta\tau\cdot 2}{\rho_{0;j}c_{0;j}\cdot\Delta x^2}\left(t_{0;j} - \frac{\frac{\lambda_0}{\Delta x}t_{0;j} + \frac{\lambda'_0}{\Delta x'}t_{-1;j}}{\frac{\lambda_0}{\Delta x} + \frac{\lambda'_0}{\Delta x'}}\right). \quad (3)$$

Температура слоя штампа на контакте:

$$t_{-1;j+1} = t_{-1;j} + \frac{\lambda_0\cdot\Delta\tau\cdot 2\cdot D_0^{\,2}}{\rho'_{-1;j}\cdot c'_{-1;j}\cdot\frac{\pi}{4}[D_0 + (i+j)\Delta x']\cdot\Delta x\cdot\Delta x'}\left(t_{0;j} - \frac{\frac{\lambda_0}{\Delta x}t_{0;j} + \frac{\lambda'_0}{\Delta x'}t_{-1;j}}{\frac{\lambda_0}{\Delta x} + \frac{\lambda'_0}{\Delta x'}}\right) - \\ - \frac{\lambda_{-1;j}\cdot\Delta\tau\cdot D_0^{\,2}}{\rho'_{-1;j}\cdot c'_{-1;j}\cdot(\Delta x)^2[D_0 + (i+j)\Delta x']}(t_{-1;j} - t_{-2;j}). \quad (4)$$

Зависимости (1), (2), (3) и (4) составляют основу автоматизированного расчета распределения температуры в заготовке и штампе. На базе данных зависимостей была составлена программа, позволяющая исследовать термодинамические процессы в неравномерно нагретой заготовке и штампе.

Таким образом, разработанная математическая модель изменения температурных полей в неравномерно нагретой по длине заготовке и штампе, на который она установлена, позволяет рассчитывать рациональное начальное

распределение температур по длине заготовки, необходимое для проектирования нагревателей, например, индукционного или щелевого типов.

УДК 677

МЕТОД КОНТРОЛЮ ПИЛОПРОНИКНОСТІ МАТЕРІАЛІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ТЕЛЕВІЗІЙНО-ІНФОРМАЦІЙНОЇ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

Защепкіна Н. М., проф., д. т. н.
Мелконян А. А., магістрант 2 курсу навчання
Недобойко С . О., магістрант 1 курсу навчання
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Україна
melkonyan.ani@yandex.ua

Одним з найшкідливіших факторів зовнішнього середовища є забруднення пилом, тому задача захисту людини, а саме її здоров’я, є актуальною. В кімнаті щодня осідає біля 12 тис. пилових часток на 1 квадратній сантиметр. В цьому пилу міститься 35% мінеральних часток, 12% текстильних та паперових волокон, 19% лусочок шкіри , 7% квіткового пилку, 3% частинок сажі та диму.

Взаємозв'язок стану здоров'я людини і показників повітряного середовища досліджується екологами, медиками. Ними дається оцінка впливу техногенного стану навколишнього середовища на людину, розглядається можливість прогнозування і запобігання шкідливих впливів, ставиться завдання розробки ефективних заходів його зниження.

В системі профілактичних заходів не останнє місце відводиться захисним властивостям одягу людини.

Формування оптимального мікроклімату регулюється різними властивостями і, в першу чергу, проникністю текстильних матеріалів.

Гігієнічність одягу залежить від захисних властивостей, що забезпечують комфортні умови для кожного подиху і інших функцій організму. Завдяки цим властивостям зменшується проникнення шкідливих і забруднюючих речовин, пилу і мікроорганізмів в підодяговий простір.

Для підтримки шкіри в чистоті, матеріали, що становлять пакет одягу, повинні володіти максимальними захисними властивостями.

Актуальність роботи полягає у забезпеченні комфортних умови для шкіряного дихання та інших функцій організму людини, завдяки вдосконаленню якості текстильних матеріалів.

Текстильні матеріали в процесі носіння виробів здатні пропускати і утримувати в своїй структурі частинки пилу. Це призводить до забруднення одягу і як наслідок до захворювань, які пов'язані з дією пилу на організм людини. Дія пилу на шкіру та слизові оболонки проявляється в закупорці

вивідних протоків сальних і потових залоз, розвитку мацерації шкіри, слизових оболонок, виникненню піодермій, алергії, а ліпотропні складові пилу можуть всмоктуватися, викликаючи загально токсичну дію. Забруднюючи одежу, пил знижує її вентилюючи, паропровідні функції, негативно впливаючи на теплообмін та дихання шкіри. Тому проблема підвищення якості текстильних матеріалів одна з головних задач в текстильний промисловості.

Здатність текстильних матеріалів пропускати повітря, пар, воду, різні рідини, дим, пил, радіоактивні випромінювання називається проникністю. Пилопроникність – це здатність матеріалу пропускати частинки пилу.

Коефіцієнт пилопроникності визначається як:

$$П_п = \frac{m_1}{S \cdot \tau},$$

де m - маса пилу, які пройшли через пробу; S - площа проби; τ - час.

Згідно ГОСТу 17804-72 відомий прямий спосіб визначення пилопроникності, за яким його оцінюють по приросту ваги зразка та перепаду тиску, через який протягом певного часу пропускають певний обсяг повітря з відомою запиленістю.

Недоліком способу є неможливість визначення тривалості та динаміки процесу затримання пилу зразком. Крім того, спосіб не враховує силового впливу повітряного потоку на структуру випробуваного зразка, що є суттєвим, особливо для текстильних матеріалів, які легко деформуються. Це впливає на об'єктивність результатів.

Відповідно до методики вагового аналізу для визначення пилопроникності, яка описана в лабораторному практикумі по текстильному матеріалознавства Кобляковим А. І., Кукін Г. Н., Соловйовим А. Н., дане випробування здійснюють за допомогою побутового пилососа. Запилення випробуваного текстильного зразка, закріпленого в корпусі пилососа, забезпечується за допомогою пристосування, яке складається зі скляної чашки, шляхом засмоктування з її дна навіски пилу певного складу.

До недоліків можна віднести значну незручність, трудомісткість і тривалість процесу випробувань, також велику похибку вимірювань.

Існує спосіб визначення пилопроникності по пилоємності - показника, зворотного пилопроникності, що полягає у впливі на зразок текстильних матеріалів пилоповітряної суміші протягом заданого проміжку часу і в певній кількості пилу.

Недоліком цього способу є непряме визначення пилопроникності, тобто визначається пилоємність. Незважаючи на те, що ці показники взаємопов'язані, проте вони визначають різні характеристики текстильних матеріалів: пилопроникність характеризує гігієнічні властивості, а пилоємність - здатність текстильних матеріалів до забруднення.

Аналіз існуючих методик, приладів і пристроїв за визначенням пилопроникності дозволив зробити висновок про те, що вони не забезпечують високої об'єктивності в оцінці та контролі якості текстильних матеріалів.

Основним критерієм оцінки при проникності є кількість поглиненого пилу. Розроблений пристрій, призначений для оцінки пилопроникності матеріалів, дає можливість отримати новій ефект, а саме, наблизити випробування тканин та трикотажу до реальних умов використання одягу та захисних виробів від негативного впливу навколишнього середовища.

Відомі способи оцінки пилопроникності текстильних матеріалів не враховують реальних умов експлуатації одягу. Для визначення пилопроникності тканин з урахуванням цих умов обраний метод контролю пилопроникності матеріалів із застосуванням телевізійно-інформаційної вимірювальної системи. Дана система дозволяє з більшою точністю визначити пилопроникність матеріалів, а наявність програмного забезпечення виводити результати на екран монітора.

Рішення задачі - в способі визначення пилопроникності текстильних матеріалів, попередньо пропускають через контрольний зразок повітря при заданому тиску і визначають величину падіння тиску $\Delta P_э$ повітря на контрольному зразку. Пропускання пилоповітряної суміші через досліджуваний зразок здійснюють при тому ж значенні тиску, що і через контрольний зразок, а кількість пилу, що осів на досліджуваному зразку, визначають по величині падіння тиску на ньому, при цьому показник пилопроникності розраховують за формулою :

$$П = \frac{К}{\Delta t}\left(\frac{\Delta P_t(t)}{\Delta P_э} - 1\right),$$

де П - пилопроникність, $м^2/м^3 \cdot с$;

К - коефіцієнт, що враховує вид і концентрацію пилу в пило повітряної суміші, $м^2/м^3$; Δt - заданий інтервал часу проведення експерименту, с;

$\Delta P_t(t)$ - зміна поточного значення падіння тиску на контрольованому зразку в результаті впливу на нього пило повітряною сумішшю під певним перепадом тиску, мм вод. ст.;

$\Delta P_э$ - падіння тиску на контрольованому зразку в результаті впливу на нього повітряним потоком під певним перепадом тиску, мм вод. ст.;

А заданий інтервал часу пропускання пилоповітряної суміші через досліджуваний зразок визначають експериментально, як найменше значення часу заповнення пилом зразків того ж матеріалу, при тому ж заданому тиску.

Таким чином, методика дозволяє моделювати реальні умови експлуатації матеріалів та проводити об’єктивний контроль якості текстильних матеріалів.

Бібліографія

[1] Риськулова Б. Р. «Методика визначення пилопроникності матеріалів спецодягу» Алматинський технологічний університет, м. Алмати, Республіка Казахстан. – 2013. – 3с.

[2] Защепкіна Н. М., Мелконян А. А., Недобойко С. О. «Контроль та оцінка пилопроникності матеріалів», Міжнародна науково-практична конференція, Херсонський національний технічний університет, м. Херсон, Україна. – 2015. – 105 с.

УДК 621:891

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ТИТАНОВИХ СПЛАВІВ, ЯК ЕЛЕМЕНТІВ ТРИБОСИСТЕМ,БІОМІНЕРАЛІЗАЦІЄЮ ЇХ ПОВЕРХНЕВИХ ШАРІВ

Лабунець В.Ф. доц., професор НАУ, к.т.н
Козлова І.О. д.б.н., старший науковий співробітник, ведучий науковий співробітник відділу загальної та ґрунтової мікробіології
Белевцев Р.Я. Завідувач відділу термодинаміки геосфер, Член - кореспондент НАН України , доктор геолого - мінералогічних наук
Бандура В.С. студентка Аерокосмічного інституту Національного Авіаційного Університету, студентка Інституту Новітніх Технологій НАУ

Підвищення надійності та довговічності деталей машин та механізмів сучасної техніки - одне з основних завдань машинобудування, яке значною мірою пов'язано з досягненнями в трибоматеріалознавстві. На сьогоднішні трибоматеріалознавство розвивається у двох направляннях: 1) розробка нових матеріалів і поліпшення існуючих матеріалів; 2) розробка технології модифікування поверхні тертя і нанесення на неї захисних покриттів,що володіють високими триботехнічними характеристиками.Зазначимо,що трибоматеріалознавство дозволяє отримувати значні результати не тільки у техніці,але і у геології,медицині і т.н. Так,наприклад,штучні бедер мають довговічність 25 років,а клапан 50 років.

Новим методом модифікування робочих поверхонь спряженних деталей є біомінералізація [1]. Загальний термін біомінералізації відноситься до біологічно індукованної мінералізації у якій об’єкт модифікує своє локальне мікрооточення, створюючи умови для хімічного осадження мінеральної фази клітин. Частіше всього це є результат окиснення або відновлення компонентів поживного середовища, що здійснюється деякими видами мікробів, які створюють мінералізований продукт у вигляді біоплівки.

Зазначимо, що до олив, для забезпечення їх мастильної здатності добавляють присадки, у складі яких знаходяться такі активні елементи як хлор, сірка, фосфор, йод, селен та інші.

Як протизадиркові та кротизносні присадки використовують сполуки, що містять кілька активних елементів у молекулі й у композиції: сірку і хлор; сірку і фосфор (ефіри кислот фосфору, що містять сірку); фосфор і хлор; сірку, хлор і фосфор; сірку, фосфор і метали (дітіосфати металів – цинку, стронцію, барію, сурми); сірку, фосфор і азот (амінні солі дітіокарбонати металів цинку свинцю, сурми). У зв’язку цим перед нами стояла задача визначити такі поживні середовища, у яких можна було на поверхні металічних сплавів виростити за допомогою мікроорганізмів біоплівки з вмістом сірки. Експерименти проводили у поживному середовищі Байєрінка, до якого вносили культури Thiobacillus thioparus.

Проведені нами дослідження показали, що угрупування мікроорганізмів на поверхні матеріалів утворюють біоплівки, мінеральний склад яких суттєво залежить від якісного складу бактерій, що формують біоплівку.

З метою поліпшення припрацювання різального інструменту на робочих частинах якого були сформовані сірковмісні біоплівки, що дало можливість підвищити його стійкість в 1.75-2.5 рази.

Таким чином, використовуючи здатність мікробних культур до біомінералізації, можна проводити поверхневу обробку матеріалів трибоспряджень, з метою формування антифрикційних вторинних структур на поверхнях тертя.

Аналізуючи експериментальні данні, ми прийшли до позитивного висновку щодо застосування мікробної біотехнології як перспективного напрямку модифікування робочих поверхонь елементів трибосистем.

УДК 687

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ПИЛОЄМНОСТІ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Защепкіна Н. М., проф., д.т.н.
Ященко Я. О., магістрантка 2 курсу.
Гречуха Ю. С., магістрант 1 курсу.
Національний технічний університет «Київський політехнічний інститут»
yanyskaa@meta.ua

Сучасні текстильні матеріали мають низькі гігроскопічні та електрофізичні властивості. Виготовлення та експлуатація виробів із них може спричиняти неприємні відчуття, створювати дискомфорт та негативно впливати як на життєдіяльність людини, так і на саме виробництво. Тому, проблема гігієни синтетичних матеріалів, які використовуються для виготовлення одягу, в наш час є однією з найбільш актуальних.

Основна кількість тканин, що випускаються промисловістю, використовується для виробництва одягу. Одяг потрібний людині для захисту тіла від несприятливих дій зовнішнього середовища –низької і високої температури, пилу, надмірної радіації, вітру, дощу, сніги та ін. Основними показниками гігієнічних властивостей тканин є:відсутність в тканинах шкідливих для людського організму речовин, сорбційні властивості тканин, проникність, теплозахисні властивості, пилоємность та ін.

Пилоємність - здатність тканини сприймати пил і різні забруднення з довкілля.

При експлуатації автомобільних доріг відбувається забруднення придорожньої смуги пилом. Цей пил утворюється в результаті стирання, подрібнення дорожнього покриття, а також занесення на проїжджу частину бруду і рихлого матеріалу з прилеглих територій і доріг. До її складу входять

продукти стирання автомобільних шин, дорожнього покриття, гальмівних накладок, паливно-мастильних матеріалів, а також тверді викиди двигунів (сажа). Такий пил містить речовини, шкідливі і небезпечні для здоров'я людини.

Текстильні матеріали здібні пропускати в підодежний шар або утримувати в своїй структурі частинки пилу, що викликає забруднення одягу. Пил проникає крізь пори матеріалу, а утримується в ньому завдяки механічному зчепленню частинок пилу з нерівностями поверхні волокон. Цьому сприяє також електризуємість матеріалів внаслідок тертя. Матеріали, які мають пухку пористу структуру, більш поглинають та утримують пил ніж щільні матеріали з гладкою поверхнею.

Було проведено аналіз відомих на даний час методів, вивченні їх переваги та недоліки.

В 2002 році Голінько В. І., Іщенко О. С., Чеберячко С. І., та ін.. був запатентований винахід. відомий фільтруючий елемент складчастого фільтра протипилового респіратора, що складається із шару полімерних ультра тонких волокон, підкладки і основи.

Недоліками наведеного фільтруючого елементу є підвищений опір дихання через те, що фільтруючий елемент включає багато шарів з відносно високою щільність, а також значну товщину фільтруючого елемента і мала пилоємність, через неповне використання робочої поверхні фільтра, викликаного змиканням сусідніх складок на значній площі фільтра.

В 2005 році Коган М. А., Черногузова І. Г запатентували пристрій для оцінки пилоємності текстильних матеріалів.

Пристрій використовується для контролю якості продукції в процесі її виробництва і експлуатації. Область використання пристрою відноситься до процесів фільтрування промислових аерозолів під час очищення технологічних газів і промислового повітря, а також може використовуватись для оцінки пилоємності текстильних матеріалів.

На даний момент існує декілька методик визначення пилоємності текстильних матеріалів, основаних на методі вагового аналізу, які забезпечують використання даного пристрою.

Існує відомий прямий спосіб визначення пилоємності, за яким його коефіцієнт пилоємності оцінюють по приросту ваги зразка та перепаду тиску повітря, яке протягом певного часу пропускають через запилений матеріал. Недоліком відомого способу є неможливість визначення тривалості та динаміки процесу затримання пилу зразком. Крім того спосіб не враховує силового впливу повітряного потоку на структуру випробуваного зразка, що є істотним, особливо для текстильних матеріалів, які легко деформуються, і саме це впливає на об'єктивність результатів.

Так само існує спосіб визначення пилопроникності по пилоємності - показника, що полягає у впливі на зразок текстильних матеріалів пилоповітряної суміші протягом заданого проміжку часу і в певній кількості пилу. Недоліком цього способу є непряме визначення пилопроникності, тобто визначається пилоємність. Незважаючи на те, що ці показники взаємопов'язані,

проте вони визначають різні характеристики текстильних матеріалів: пилопроникність характеризує гігієнічні властивості, а пилоємність - здатність текстильних матеріалів до забруднення. Саме тому визначення цих показників вимагає різних умов і визначати один показник через інший не завжди виправдано.

Аналіз існуючих методик і приладів за визначенням пилоємності дозволяє зробити висновок про те, що вони не забезпечують високої об'єктивності в оцінці та контролі якості текстильних матеріалів.

Для визначення пилоємності тканин з урахуванням умов експлуатації розроблено новий спосіб. Його мета є в моделюванні реальних умов експлуатації спецодягу з текстильних матеріалів.

За основу був вибраний відомий прямий метод визначення пілєємкості, після якого коефіцієнт пілєємкості оцінюють по приросту ваги зразка і перепаду тиску повітря, який протягом певного часу пропускають через запилений матеріал[1]. Недоліком відомого способу є неможливість визначення тривалості і динаміки процесу затримання пилу зразку. Крім того спосіб не враховує силової дії повітряного потоку на структуру випробовуваного зразка, що є істотним, особливо для текстильних матеріалів, які легко деформуються, і саме це впливає на об'єктивність результатів[2].

Після урахування всіх недоліків був вибраний такий метод контролю, як телевізійно-інформаційна вимірювальна система. Дана система дозволяє з більшою точністю визначити пилоємність текстильних матеріалів, а наявність програмного забезпечення дозволить з більшою швидкістю виводити результати на екран.

Бібліографія

[1] Коузов Т.А. и др. «Методы определения физико-химических свойств промышленных пилей». Л., Химия, 1989 г., с.30-40.

[2] Защепкина Н. Н., Ященко Я. О., Гречуха Ю. С. «Контроль и оценка пылеемкости материалов», Международная научно-практическая конференция, Херсонский национальный технический университет, г. Херсон, Украина. – 2015. – 105 с.

УДК 669.02.09: 621.791.75

УПРАВЛЕНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННЫМ СОСТОЯНИЕМ ОТЛИВОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПРИМЕНЕНИЕМ СВАРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Лоза А.В., ст. преп.
Чигарев В.В., проф., д.т.н.
ГВУЗ «ПГТУ» Украина

В металлургии и машиностроении используются крупные стальные отливки, работающие при высоких температурах. Сложные условия нагружения влияют на их напряженное и деформированное состояние (НДС) и

со временем вызывают остаточные деформации. Такие деформации влияют на рабочие характеристики изделий и ухудшают условия протекания технологического процесса. Особенно неблагоприятно сказывается действие эксплуатационных нагрузок на состояние деталей, которые испытывают несимметричные нагрузки. Это снижает прочность изделий и ресурс их работы. Указанные недостатки значительно усугубляются наличием металлургических дефектов литья различного характера. В этих условиях процесс изменения формы работающего изделия под действием рабочих нагрузок при высоких температурах является неуправляемым.

Для обеспечения жесткости и прочности литой конструкции необходимо управлять её НДС. Эта задача может быть решена различными способами, например, увеличением конструктивных размеров изделия, местным или общим легированием и др. Опыт показывает, что практической реализации достигают те технические решения, затраты на которые сведены к минимуму и практически оправданы. Наиболее эффективный путь нахождения оптимальных технических усовершенствований связан с компьютерным моделированием поведения изделия. Это позволяет определить слабые участки изделия, рассмотреть несколько вариантов их усиления и выбрать из них наиболее оптимальный. Сравнительная оценка напряженного и деформированного состояния изделия до и после усовершенствования позволяет на стадии конструирования задать такие характеристики конструкции, которые удовлетворяют условиям обеспечения прочности и жесткости изделия даже при значительных эксплуатационных перегрузках. Выбор нужных механических свойств изделия осуществляется в ходе моделирования. Задавая требуемые характеристики, можно управлять состоянием изделия и его поведением (в части сохранения заданной формы) при эксплуатации. Одним из технологически удобных и экономически эффективных методов обеспечения жесткости и прочности литых изделий является применение дополнительных сварных элементов. Главными преимуществами таких дополнительных элементов являются: однородность структуры и отсутствие макродефектов; заданный гарантированный уровень механических свойств. Расчет и проектирование требуемых дополнительных элементов для усиления рассматриваемой детали выполняется после расчета и анализа её НДС. В расчет закладываются максимальные нагрузки, которые встречаются при перегрузках в производственной практике для данного вида оборудования. Дополнительные упрочняющие элементы изменяют его НДС, увеличивая жесткость и прочность участка, на котором они приварены. Технология сварки разрабатывается исходя из условий обеспечения равнопрочности сварного шва и наименьшего сечения упрочняющего элемента.

Примером реализации предложенной методики управления НДС литых изделий является модернизация конструкции чаши шлаковоза. При транспортировке жидких металлургических шлаков чаша шлаковоза испытывает неравномерный высокотемпературный нагрев стенки корпуса от действия расплавленного шлака. Тепловой поток от наружной поверхности чаши в окружающую среду частично экранируется в области опорного кольца,

в результате чего стенка чаши испытывает локальный перегрев при технологических простоях шлаковоза. Это приводит к возникновению остаточных деформаций (Рис.1) и трещин.

Рис.1 – Дефект чаши в виде остаточной деформации

При анализе указанного дефекта было выполнено исследование НДС чаши, рассмотрены несколько вариантов усовершенствования конструкции, выбраны упрочняющие элементы в виде листовых заготовок с требуемыми свойствами, геометрией и размерами. Упрочняющие элементы рассчитаны исходя из минимальных усилий, которые изменяют НДС чаши и компенсируют деформации её корпуса (Рис.2).

а) **б)**

Рис.2 –Дополнительные ребра жесткости на стадии проектирования (а) и после изготовления на чаше действующего шлаковоза (б)

Применение сварных элементов с заданным уровнем прочности позволило обеспечить требуемые НДС и форму чаш, т.е. управлять сохранением их профиля при любых технологических перегрузках и длительных сроках эксплуатации.

УДК 538.9

ВИЗНАЧЕННЯ РОЗМІРІВ КЛАСТЕРІВ В РІДКИХ МЕТАЛАХ В РАМКАХ КЛАСТЕРНОЇ МОДЕЛІ РІДИНИ

аспірант Луговський С. С.
д. ф.-м.н., проф. Татаренко В. А.
к. ф.-м. н. Харченко В. С.
Інститут металофізики ім. Г. В. Курдюмова НАН України Україна, м. Київ,
sergeykpi@mail.ru

В [1, 2] була запропонована кластерна модель будови рідин, в якій рідина розглядається як термодинамічна система, структурними частинами якої є кристалоподібні атомні угруповання (кластери), що виконують броунівський обертальний рух, і одиночні атоми, що заповнюють пори між ними.

Припускається, що при плавленні кристалу зберігаються кристалоподібні атомні угруповання (кластери), що здобувають можливість здійснювати вільний броунівський рух. Під час вибору кластерної моделі рідини слід пам’ятати, що питомий об’єм системи слабо змінюється при переході її з твердого в рідкий стан (наприклад, в випадку металів питомий об’єм рідини не перевищує питомий об’єм кристалу більш ніж на 5% [3, 4]). Форму кластерів вважатимемо сферичною, оскільки в іншому разі вони не мали б можливості вільно обертатися. При цьому неможливо з вказаною щільністю упакувати об’єм рідини частинками одного розміру, а тому вважатимемо, що рідина являє собою щільно упаковану структуру, що складається з наборів кластерів різного розміру, пори між якими заповнені одиночними атомами. Коефіцієнт упаковки при цьому прямує до одиниці.

В рамках даної моделі автор [1, 2] стверджує наступне. В’язкість є активованою властивістю, тому слід покласти $\eta = \eta_0 \exp\{E_a/(k_B T)\}$, де η_0 – деякий коефіцієнт, а E_a – енергія активації. Можна припустити, що остання безпосередньо пов’язана з енергією збудження динамічного кластеру, тобто $E_a = A\xi^2$, де A – деяка константа, ξ^3 – кількість атомів в одному кластері. Таким чином, приходимо до висновку, що $\eta = \eta_0 \exp\{ A\xi^2/(k_B T)\}$, де k_B – постійна Больцмана, T – температура.

Нами теорія [1, 2] була розвинена на випадок змінного тиску. В такому випадку вираз для коефіцієнта в’язкості матиме вигляд:

$$\eta = \eta_0 \exp\{(A\xi^2 - p v_{\text{clust}})/(k_B T)\}, \quad (1)$$

де p – тиск, v_{clust} – об’єм кластеру.

Кількість атомів в кластері обраховується з геометричних міркувань і виражається наступним чином:

$$\xi^3 = C v_{\text{clust}}/v_{\text{ion}}, \quad (2)$$

де v_{ion} – іонний об’єм, C – геометричний коефіцієнт, пов'язаний зі щільністю упаковки. В разі щільної упаковки $C = 0{,}7404$.

Під отриманими в рамках даної моделі значеннями кластерних радіусів r_{clust} для рідких Cs, K, Li, Na за даними [5–7] розуміються середні розміри кластерів на розглянутих інтервалах температур та тиску. Обчислені величини наведені в таблиці 1.

Таблиця 1. Значення r_{clust}, η_0, $A\xi^2/k_B$, ξ^3, отримані з формули (1) в межах квазіполікристалічної моделі будови рідини

Метал	Діапазон T, К	Діапазон P, Па	η_0, 10^{-5} Па·с	$A\xi^2/k_B$	r_{clust}, Å	r_{ion}, Å	ξ^3	$T_{пл}$, К
Cs	[550; 1573]	[170; $3{,}56\cdot10^6$]	7,29	746,53	5,18	1,67	22	301,85
K	[643; 1573]	[237; $2{,}65\cdot10^6$]	5,64	832,86	5,81	1,33	62	336,8
Li	[473; 793]	[0,13; $8{,}96\cdot10^5$]	14,2	658,77	4,63	0,76	168	453,69
Na	[373; 853]	[$1{,}9\cdot10^{-5}$; 2440]	9,13	753,32	36,5	0,97	39548	370,96
Na	[800; 1300]	[929,15; $3{,}26\cdot10^5$]	695	958,52	7,75	0,97	377	370,96

Цікавий результат був отриманий для натрію. Наявні дані з [6] та [7] привели нас до різних значень радіусів кластерів, але це не є помилкою. Це можна пояснити значною різницею значень тиску та температур для даних двох наборів даних. Очевидно, по-перше, що за низького тиску може мати місце менщ щільна упаковка. По-друге, тиск також, як і температура, впливає на розмір та утворення кластерів. Для більшого фізичного обґрунтування висновків необхідно дослідити більш детальні дані зі значеннями коефіцієнтів в’язкості в ширшому діапазоні температур та тисків з мінімальним кроком між точками дослідження.

Поширення теорії [1, 2] на випадок змінного тиску завдяки введеному нами виразу (1) дозволило оцінити середні розміри кластерів в рідких металах з даних [5–7] на доступних інтервалах температур та тиску. Але запропонована теорія не дає нам можливості точно визначити область існування кластерів в рідині, тому має бути допрацьована. Але навіть на даному етапі досліджувана кластерна теорія будови рідких металів розширює погляд на сенс підекспоненційного члену класичного експоненційного виразу для коефіцієнта в’язкості, запропонованого засновником теорії в’язкості та дифузії в рідинах Я. І. Френкелем.

Бібіліографія

[1] А. Г. Лесник, Металофізика 1984, 6(1), 64.
[2] А. Г. Лесник, Металофізика 1989, 11(6), 45.
[3] Д. Р. Вілсон, Структура рідких металів і розплавів, Металургія, Москва, 1972.
[4] Д.І. Овсієнко, Проблеми сучасної кристалографії, Наука, Москва, 1975, 127.
[5] С.С. Кутателадзе, В.М. Боришанський, І.І. Новіков, О.С. Фединський, Рідкі металічні теплові носії, Атоміздат, Москва, 1959.
[6] П.Л. Кирилов, Н.Б. Денискіна, Теплофізичні властивості рідко металічних теплоносіїв, ЦНІПатомінформ, Москва, 2000.
[7] І.С. Григорєв, Є.З. Мейліхов, Фізичні величини, Енергоатоміздат, Москва, 1991.

УДК 621.891

НЕСТАЦІОНАРНІ ПРОЦЕСИ ЯК ФАКТОР ПРИПРАЦЮВАННЯ ПАР ТЕРТЯ

Мікосянчик О.О., к.т.н., доцент,
oksana.mikos@bk.ru
Мнацаканов Р.Г., д.т.н., професор,
mnatsakanov@bk.ru
Шакулієв С.В., аспірант,
Національний авіаційний університет, Україна.

Довговічність і навантажувальна здатність трибомеханічних систем сучасних механізмів та машин може бути значно підвищена шляхом їх попереднього припрацювання, в результаті якого змінюються шорсткість, фактична площа контакту і, відповідно, величина діючих напруг. Однак припрацювання полягає не тільки у формуванні специфічного шару поверхонь тертя [1], зміні його фізико-хімічних властивостей, але і в не менш важливому процесі формування самого мастильного шару, що розділяє поверхні тертя [2]. Причому процес припрацювання буде протікати успішно в тому випадку, коли він закінчиться утворенням несучого мастильного шару певної товщини і структури, оптимальної мікрогеометрії контакту, які забезпечать задовільну зносостійкість припрацьованих поверхонь тертя, а, отже, і їх довговічність.

Метою роботи є підвищення достовірності результатів визначення кінцевого терміну припрацювання елементів трибоспряження за кінетикою зміни триботехнічних показників контакту.

Поставлена задача реалізується за рахунок того, що на ЕОМ в режимі реального часу роботи трибоелементів, навантажених заздалегідь обраним зусиллям, в умовах частих пусків–зупинок, тривалість яких визначається керуючим блоком, через визначені короткі рівні проміжки часу одночасно фіксуються момент тертя в контакті, частота обертання контактних поверхонь, питома робота тертя, температура мастильного матеріалу, товщина мастильного шару, а кінцевий час припрацювання визначається за умов досягнення сталих значень всіх показників, які реєструються, при максимальному моменті тертя в період пуску та стабілізації товщини граничних шарів мастильного матеріалу, утворених на активованих в процесі тертя контактних поверхнях, на зупинці.

Для оцінки ефективності припрацювання елементів трибоспряжень залежно від типу матеріалу пар тертя та мастильних матеріалів різного експлуатаційного призначення були обрані наступні умови: матеріал пар тертя – сталь 45(HRC 38); мастильні матеріали – моторна мінеральна олива без присадок МС-20, дистилятна олива з малосірчаної нафти селективного очищення І-40 та синтетична поліальфаолефінова олива РАО-8; об'ємна температура олив 16^0С та 70^0С; контактне навантаження – σ=400 та 570 МПа; тривалість циклу – пуск – 4с, зупинка – 3,5с.

В табл. 1 представлені остаточні терміни стабілізації антифрикційних та змащувальних властивостей контакту при припрацюванні пар тертя в різному мастильному середовищі.

Таблиця 1. Час стабілізації триботехнічних характеристик контакту при припрацюванні

Контактна напруга, МПа	Об'ємна температура оливи, ^{0}C	Мастильний матеріал		
		МС-20	І-40	РАО-8
400	16	470 циклів/59хв	500 циклів/63хв	350циклів/44хв
	70	350 циклів/44хв	550 циклів/69хв	250циклів/31хв
570	16	400 циклів/50хв	440 циклів/55хв	530циклів/66хв
	70	250 циклів/31хв	-	-

Одержані результати експериментальних досліджень свідчать про те, що з підвищенням контактної напруги до 570 МПа, при об'ємній температурі олив 16^{0}C досліджувані оливи характеризуються зменшенням основних параметрів ефективності змащувального процесу. Для мінеральних олив встановлено переважання змішаного режиму мащення з домінуючим впливом граничного, а для синтетичної оливи РАО-8 характерний граничний режим мащення.

В умовах багатоциклічних дій на 20% зростає частота руйнування адсорбційних шарів для МС-20, в порівнянні із ступенем їх руйнування при σ_{max} = 400 МПа, проте, скорочується час адаптації – при N $\geq$ 400 формується стабільний граничний шар, що забезпечує ефективне мащення з переважанням гідродинамічного режиму (табл.1). Реалізація цього механізму забезпечується за рахунок збільшення товщини адсорбційних шарів на 50% і утворення хемосорбційних плівок ($h_{соп}$ = 0,057 – 0,354 мкм).

Для більш в'язкої оливи МС-20 підвищення контактного навантаження, незалежно від температури оливи, скорочує термін припрацювання контактних поверхонь, в середньому, в 1,2 рази. Для менш в'язкої оливи І-40 аналогічне прискорення припрацювання встановлене лише при її об'ємній температурі 16^{0}C. Однак, для синтетичної оливи РАО-8 зростання тиску призводить до протилежного ефекту – термін припрацювання контактних поверхонь зростає в 1,5 рази при температурі оливи 70^{0}C не відбувається стабілізації триботехнічних характеристик контакту в досліджуваному інтервалі часу.

Бібліографія

[1] Когаев В.П. Прочность и износостойкость деталей машин / Когаев В.П., Дроздов Ю.Н. – М.: Высшая школа – 1991 – 318с.

[2] Ciftan M., Saibel E. Chemostress effect in tribology // Running process in tribology. Editors Dowson D., Toylor C. M., Godet M., Berthe D. Guilford: Butterworth edition – 1981 – P.3–5.

УДК 677.005: 621.333.6

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗУБЧАСТО-ВАЖІЛЬНИХ ПЛАНЕТАРНИХ МЕХАНІЗМІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ПАКЕТУ ПРАНС-ПК

Неймак В.С., ст.викладач, nejmakvit@gmail.com
Параска Г.Б., д.т.н., професор, paraskagb@ukr.net
Хмельницький національний університет, Україна

Однією із основних задач, що вирішуються на сьогоднішньому етапі розвитку машинобудування є створення високошвидкісних та збалансованих механізмів приводу виконавчих органів, конструкція яких не була б занадто складною. Одними із найперспективніших для створення сучасних машин та приладів є зубчасто-важільні механізми.

Зубчасто-важільні механізми є єдиним видом механізмів, що дозволяють відтворювати багатогранники, тому вони отримали застосування для обробки багатогранних профілів. Іншою областю, в котрій зубчасто-важільні механізми набули застосування та мають широкі перспективи для подальшого використання, є перетворення рівномірного руху вхідної ланки, як правило обертального, в зворотно-поступальний, коливальний або обертальний періодичний рух вихідної ланки.

В лабораторії кафедри машин та апаратів Хмельницького національного університету доцентом Смутко С.В. під керівництвом професора Параски Г.Б. було розроблено одно- та двоступеневий зубчасто-важільні планетарні механізми та доведена можливість використання їх в якості приводу основов’язальних машин на основі сателітних кривих, які здатні відтворювати дані механізми.

Проте не досліджено динаміку цих механізмів при кутових швидкостях, на яких працюють сучасні основов’язальні машини (понад 1500 об/хв.) При таких кутових швидкостях наявність незрівноважених мас призводить до значних навантажень на вали та опори механізму.

Згідно І.І. Вульфсону, під динамічною моделлю слід розуміти ідеалізоване відображення системи, що розглядається, для використання в подальшому її для теоретичних досліджень та інженерних розрахунків. Будь-яка динамічна модель виявляється обмеженою та придатною лише при певних умовах та при розгляді певного кола питань.

Для створення динамічних моделей зубчасто-важільних планетарних механізмів було використано методику, запропоновану І. І. Вульфсоном, що виділив типи елементів, які є необхідними для моделювання будь-якої динамічної структури:

- електродвигун;
- передаточні механізми П, з одним чи з декількома степенями рухомості, функції передачі котрих визначають закони руху робочих органів;
- динамічні ланки із зосередженими параметрами;
- динамічні ланки з розподіленими параметрами.

Для визначення дійсних навантажень доцільно дійсні схеми машин представляти в приведеному вигляді. В залежності від задач досліджень та конструктивних особливостей машин приведені розрахункові схеми машин містять одну масу чи систему зосереджених мас (дві, три , іноді чотири), що з'єднані пружними ланками. Приведені маси можуть бути по величині постійними та змінними. Жорсткість ланок та зовнішні сили (рушійні сили та сили опору) в загальному випадку є змінними, що залежать від положення системи чи швидкості ведучого елемента.

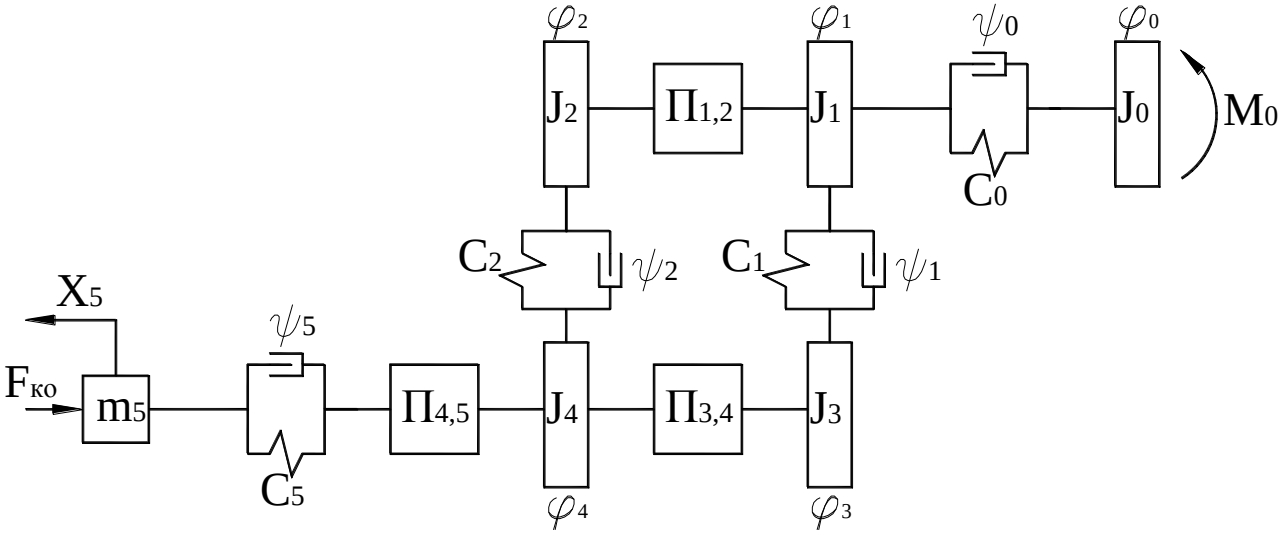


Рисунок 1 – Динамічна модель одноступеневого зубчасто-важільного планетарного механізму, де: $П_{1,2}$, $П_{3,4}$, $П_{4,5}$ – передаточні функції, C_0, C_1, C_2, C_5 – жорсткості ланок; φ_0, φ_1, φ_2, φ_3, φ_4 – кутові координати мас; ψ_0, ψ_1, ψ_2, ψ_3, - коефіцієнти розсіювання, що враховують дисипативні властивості системи; J_0, J_1, J_2, J_3, J_4 - моменти інерції ланок; m_5 – маса вихідної ланки; x_5 -лінійна координата вихідної ланки; $F_{ко}$ – сила корисного опору

Існує багато методів приведення мас, що базуються на рівності кількості руху, частот та динамічних переміщень. Найбільш універсальним є метод, що базується на рівності кінетичних енергій приведеної ланки та всіх мас дійсного механізму.

В області автоматизації проектування приводів і динамічних систем, які складаються з електронних систем управління, електрогідравлічних та гідравлічних підсилювачів, електричних, гідравлічних або пневматичних двигунів, механічних передач і механізмів, трансмісій широко використовується система ПРАНС-ПК, що розроблена в КПІ. Переваги системи в порівняні з вітчизняними та закордонними аналогами – можливість автоматизованого виконання всього комплексу робіт схемотехнічного етапу проектування динамічних систем з різними за фізичним складом елементами.

Пакет прикладних програм ПРАНС-ПК призначений для автоматизації схемо технічного проектування приводів, систем приводів та інших динамічних систем, які включають елементи та пристрої різної фізичної природи:

гідравлічні, пневматичні, механічні, електричні, електромагнітні, радіоелектронні та інші.

ППП ПРАНС-ПК дає можливість розглядами об'єкт проектування в усій його складності з різноманітними внутрішніми та зовнішніми зв'язками, зважаючи на переваги кожного з перерахованих типів пристроїв для досягнення високих техніко-економічних показників складного комплексного об'єкту. При цьому пакет побудовано таким чином, що проектується безпосередньо динамічна система, а не його математична або якась інша модель (передаточна функція, структурна модель та інше). Вхідна мова пакету та степінь автоматизації виконання проектних процедур дозволяє взаємодіяти з ним безпосередньо проектувальнику динамічної системи, оперуючи при цьому звичайними, традиційно сформованими в предметній області термінами, поняттями та методиками, що суттєво підвищує ефективність процесу проектування.

Таким чином, знаючи параметри динамічної системи, можна знайти кути повороту мас системи, реакції в опорах і напруження, що виникають в головному валу, які будуть вхідними даними для майбутніх досліджень.

Бібліографія

[1] Карелин В.С. Проектирование рычажных и зубчато-рычажных механизмов: Справочник. – М.: Машиностроение, 1986. – 184 с.
[2] Вульфсон И.И. Динамические расчеты цикловых механизмов. Л.: – Машиностроение, 1976, 328 с.
[3] Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин: Учеб. Для втузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука. Гл. ред. физ. мат. лит., 1988. – 640 с.
[4] Смутко С.В. Розробка універсальних зубчасто-важільних планетарних механізмів приводу петлетвірних органів основов'язальних машин. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. Хмельницький , 2001 – 206с.

УДК 621.830.70.36

ОТРИМАННЯ НОВИХ ПОРИСТИХ МАТЕРІАЛІВ В РЕЖИМІ СВС ІЗ ЗАДАНОЮ СТРУКТУРОЮ

Рудь В.Д., д.т.н., проф.
Повстяна Ю.С. ас., yuliapovstyana@ukr.net
Самчук Л.М., к.т.н., ст.викл.
Луцький національний технічний університет

У зв'язку з розвитком сучасної техніки до традиційних керамічних виробів в останні роки ставляться більш жорсткі вимоги, що викликає необхідність створення нових матеріалів із заданим комплексом фізико-хімічних властивостей. Найбільш перспективними в цьому відношенні є пористі керамічні матеріали, які мають великий термін служби, високий

тепловий опір, екологічну безпеку, пожежобезпечність, стійкість до побутових впливів, механічну міцність, простоту застосування та характеризуються низькою вартістю. Значні перспективи мають оксидні спечені матеріали завдяки високій жаростійкості, твердості й корозійній стійкості. Пористі керамічні матеріали мають ряд переваг перед фільтрувальними елементами з інших матеріалів (міцність, стійка до дії високих температур і агресивних середовищ) і широко використовуються в сучасному виробництві. експлуатаційні характеристики керамічних фільтрів зумовлюються результатом фазових перетворень в процесі спікання.

Процес, що володіє значним технологічним потенціалом, є відкритий академіком А.Г. Мержановим і його науковою школою самопоширювальний високотемпературний синтез (СВС), що є ефективною основою для отримання продуктів різних класів, в тому числі пористих керамічних матеріалів. Аналіз літературних джерел свідчить про те, що в останній час метод СВС набуває широкого розповсюдження в області створення пористих керамічних матеріалів.

На машинобудівних заводах в результаті різних технологічних операцій утворюється велика кількість невикористаних відходів у вигляді стружки, відходів ливарного і ковальського виробництва, що містять оксиди заліза і легуючі елементи. Ці відходи на більшості підприємств не використовуються, а іноді є джерелами забруднення навколишнього середовища. Використання відходів в якості матеріалу для СВС-процесу дозволить вирішити проблему вартості вихідного матеріалу та утилізації відходів.

В якості вихідних матеріалів були взяті наступні матеріали: окалина сталі 18Х2Н4МА, порошок оксиду алюмінію ТУ (48-5-22-87), природний мінерал – сапоніт Ташківського родовища та пороутворювачі. При огляді літературних джерел було проаналізовано, що для отримання пористої кераміки використовуються наступні пороутворювачі: карбамід (CH_4N_2O), поліетиленгліколь (C2nH4n+2On+1), карбонат кальцію (C_aCO_3), гідрокаробант натрію ($NaHCO_3$), карболід ($CO(NH_2)_2$) та хлорид натрію (NaCI). Всі пороутворювачі різні за хімічним складом та властивостями, тому виникла цікавість, як кожен з даних пороутворювачів буде взаємодіяти з даною системою. Склад суміші визначався експериментально. Формування зразків здійснювалось в різному співвідношенні компонентів. Вибрано оптимальний склад шихти: сапоніт 30%; Al_2O_3 30%; окалина 30%; пороутворювач 10%. Змішування порошків вихідних реагентів проводили в кульовому млині, який представляє собою горизонтально розміщений обертаючий циліндр з набором стальних кульок діаметром 20 мм в середині. Змішування триває протягом 24 годин до утворення однорідної маси. Пресування вихідної шихти відбувається за допомогою гідравлічного преса моделі ПСУ 500 в діапазоні тисків 10 – 25 МПа. Зразки мали циліндричну форму Ø 30 та висотою 60 мм. Синтез здійснювався в лабораторному реакторі, який був виготовлений в Луцькому національному технічному університеті. Зразки для металографічних досліджень готовилися за стандартною методикою. Растрова електронна мікроскопія проводилась за допомогою ESEM Philips XL30-FEG. З метою

отримання чіткого зображення границь зерен шліфи протравлювали 4% H_2SO_4. На рис.1. наведені фотознімки структур отриманого матеріалу.

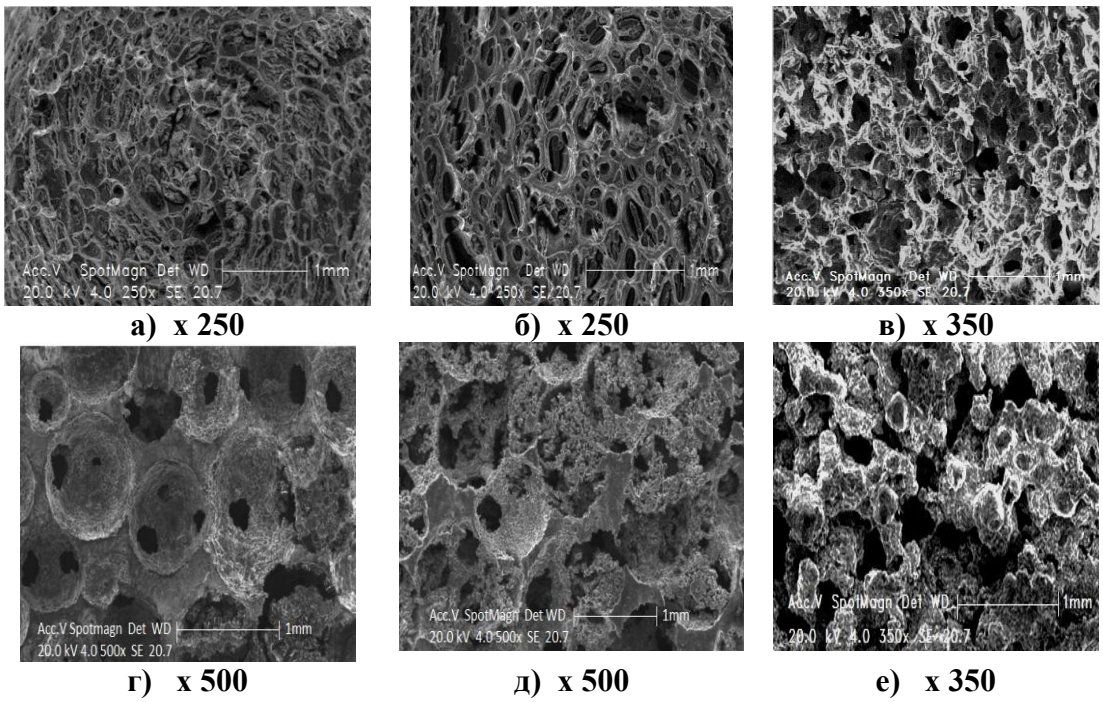


Рис. 1. Мікроструктура пористого проникливого матеріалу з додаванням різних пороутворювачів (а – карболід, б – хлорид натрію, в – карбамід, г – поліетиленгліколь, д – карбонат кальцію, е – гідрокарбонат натрію)

З отриманих структур можна зробити висновок, що при додаванні пороутворювачів різних за хімічним складом та властивостями можливо отримати пористий матеріал. При аналізі розміру та форми пор найбільш прийнятною для пористого тіла буде структура з додаванням пороутворювачів – карбаміду та гідрокарбонату натрію.

Бібліографія

[1] Евстигнеев В.В., Тубалов Н.П., Лебедева О.А. Интегральная технологическая схема получения пористых материалов для изготовления изделий промышленного назначения. Процессы горения и взрыва в физикохимии и технологии неорганических материалов. Труды всероссийской конференции. Москва, 2002, с.443 – 447.

[2] В.Д. Рудь Перспективні можливості отримання нових пористих проникливих матеріалів з використанням природних мінералів/ В.Д. Рудь, Л.М. Самчук, Ю.С. Повстяна / Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво) / Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка:- Вип.2(41).- Полтава: ПолтНТУ, 2014.- с.192-197

[3] Левашов Е.А., Рогачев А.С., Юхвид В.И., Боровинская И.П. Физико-химические и технологические основы самораспространяющегося высокотемпературного синтеза. М.: Бином, 1999. —176 с.

УДК 621.791.011

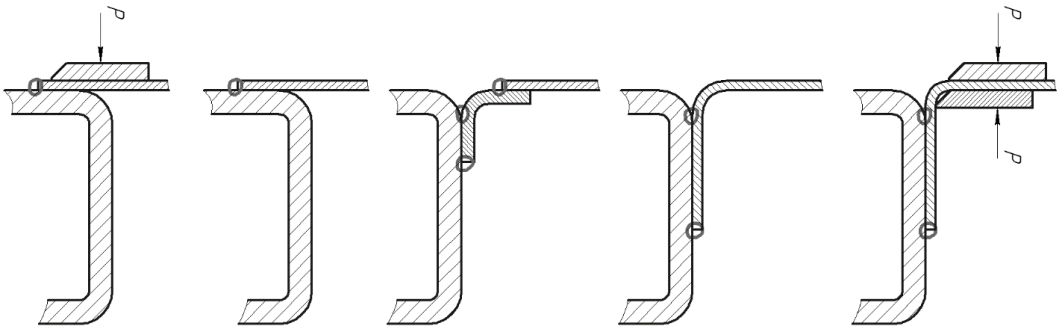
ТЕРМІЧНІ ПОЛЯ І ДЕФОРМАЦІЇ ПІД ЧАС ПРИВАРЮВАННЯ ТОНКОЛИСТОВОЇ ОБОЛОНКИ ДО МАСИВНОЇ РАМИ

Савуляк В.І., проф., д-р техн. наук, e-mail: vsavulyak@gmail.com
Поступайло О.В. інженер, e-mail: postupajlo.o.v@gmail.com
Вінницький національний технічний університет, Україна

Рамно-оболонкові конструкції характеризуються поєднанням елементів з великою різницею товщини, а саме тонколистові оболонки та масивна рама. Таким з'єднанням характерний спільний дефект – жолоблення тонколистової оболонки. Форма та елементи нероз'ємного з'єднання напряму впливають на залишкові деформації та внутрішні напруження, тому зміна їх дозволить керувати деформаціями оболонки.

Метою роботи є виявлення вплив типу та форми перерізу з'єднання рамно-оболонкової конструкції на теплові поля та деформації оболонки викликаного процесом зварювання.

Для досліджень було обрано з'єднання оболонки та квадратної труби з товщинами стінок 1 та 5 мм відповідно. Користуючись математичним моделюванням методом кінцевого елементного аналізу досліджено залежності форми нероз'ємного з'єднання та деформацій викликаних тепловим впливом процесу зварювання. Залишкові деформації в свою чергу залежали від швидкості охолодження та значень деформації які мали місце в процесі створення нероз'ємного з'єднання [3]. Модель представляє собою вирізаний елемент різнотовщинної конструкції.

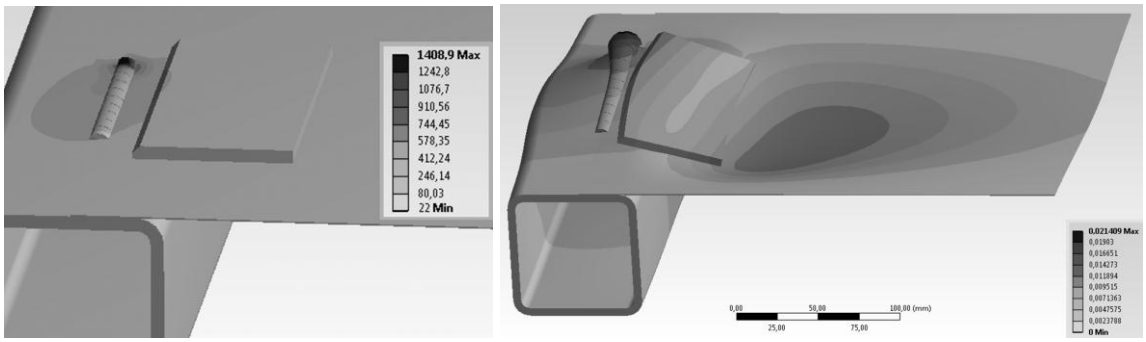


а) б) в) г) д)

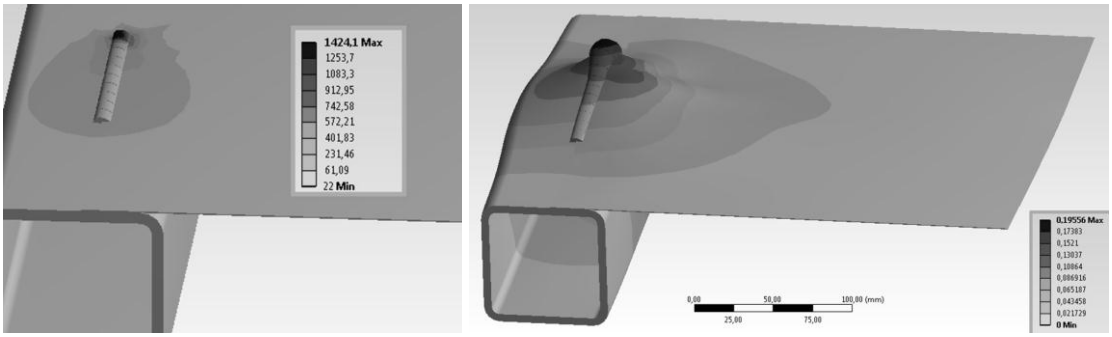
Рис. 1. Типи перерізу нероз'ємного з'єднання

По причині виконання процесу зварювання зворотно-поступальним методом з довжиною ділянок 100 мм, то вважаєм вплив попередньої ділянки на нову, відсутнім. Фіксуючі зварні шви у перерізах, які мають третю деталь або більше одного шва (рис. 1 «в», «г», «д») виконуються з параметрами довжини 10 мм та кроком 100 мм. Типи зображені на рисунку 1 «а» та «д», використовують одну чи дві відповідно, мідні пластини. Закріплення мідних пластин забезпечується прикладанням сил (магніти, затискачі) на притискання їх до оболонкового тіла. Тип перерізу відображений на рисунку 1 «в» зображає

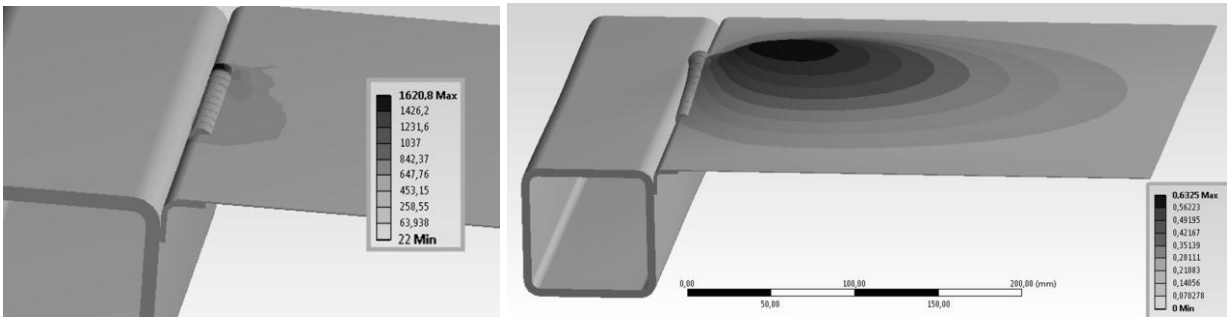
використання третього тіла для послідовної зміни теплоємкості елементів та фактично може вважатись частиною масивної рами. Моделювання зварювання типів перерізу «а», «б», «г» та «д» проходило при однакових вхідних параметрах потужності та значень конвективного теплообміну. Тип перерізу «в» дозволив понизити режими зварювання тому значення потужності теплового потоку для цього випадку нижчі.



а)



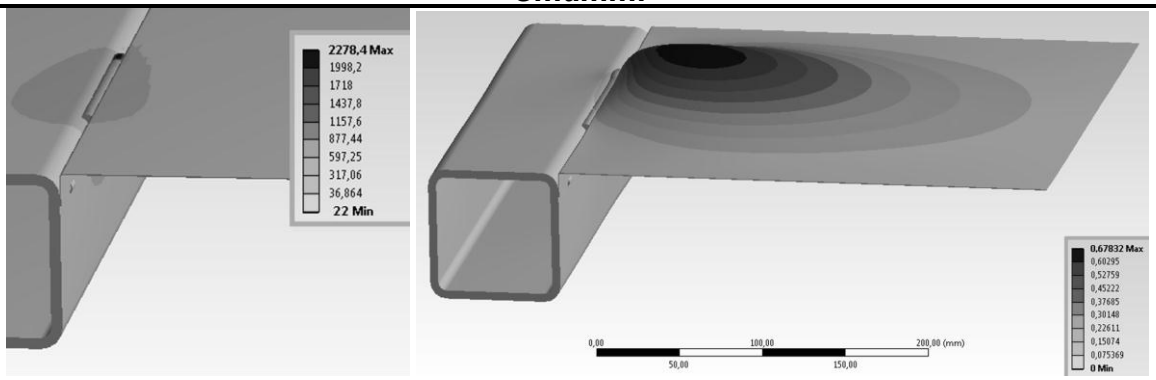
б)



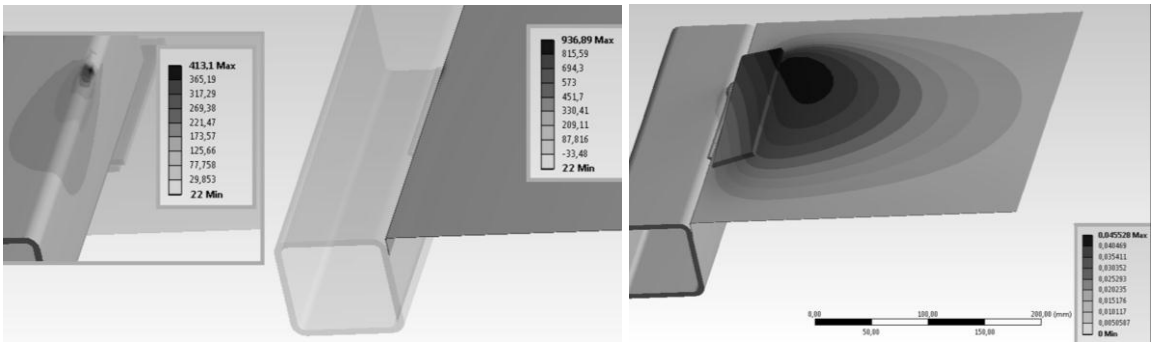
в)

Рис. 2. Теплові поля та деформації варіантів «а», «б» та «в» відповідно.

При дослідженні типів з’єднання відповідних зварюванню внапуск («а» та «б» на рисунках 1-2) спостерігалась незначне, у розмірі 15%, зменшення деформацій при застосуванні мідного охолоджувача. Застосування перехідної (тип з’єднання «в») деталі дозволило знизити режими процесу зварювання, але знижений тепловідвід прилеглої до оболонки деталі сприяв збільшенню загальних деформацій.



г)



д)

Рис. 3. Теплові поля та деформації варіантів «г» та «д» відповідно

Порівняння значень максимальної деформації листового тіла при типах «г» та «д», тобто при додаванні примусового охолодження та без, дало різницю у 93%. Причиною є місце зварювання та кут нахилу потоку тепла, при якому масивна рама не може ефективно відводити надлишкове тепло.

№	мм
а	0,010705
б	0,013037
в	0,6325
г	0,67832
д	0,045528

Рис. 4. Максимальні деформації в залежності від типу перерізу з'єднання

Встановлено залежності типу та форми перерізу з’єднання рамно-оболонкової конструкції на жолоблення оболонки викликаного процесом зварювання. За числовими значеннями математичної моделі можливе чітке виділення оптимального перерізу з’єднання або його альтернатив в залежності від технічного завдання та особливостей проекту.

КОРОЗІЙНА СТІЙКІСТЬ КЕП В НЕЙТРАЛЬНИХ СЕРЕДОВИЩАХ

Стечишин М.С., д.т.н., проф.
Білик Ю.М., к.т.н., доц.
Мартинюк А.В., к.т.н, доц.
Бартков М.С., студент гр. ЕМ-14-1.
Хмельницький національний університет

В роботі досліджено вплив величини наповнювача карбіду кремнію SiC розміром: менше 50 нм - наночастинки; М5; 28/20; 50/40; 100/80 мкм, в нікелевій матриці на корозійну стійкість комплексних електролітичних покриттів (КЕП)

Осаджування КЕП проводили в хлористому електроліті нікелювання наступного складу: 300 г/л $NiCl_2 \cdot 6H_2O$ і 40 г/л H_3BO_3 з pH 3…4, що забезпечує швидкість осаджування 90…100 мкм/год. В електроліт додатково вводили ПАР – лаурисульфат натрію в кількості 0,01…0,02 г/л.

Осадження КЕП на зразки із сталі 45 проводили на спеціально сконструйованій установці, при густині струму 0.4…1 кА/м^2, температурі 60±2°С протягом 5…6 год при горизонтальному розміщенні зразка. Товщина покриття знаходилася в межах 0,5…0,6 мм.

Випробування сформованих КЕП на корозійну стійкість проводили методом «відкритого стакана» при повному зануренні зразків у розчин, кількість якого складала $4 \cdot 10^{-6}$ $мм^3$ на 100 $мм^2$ поверхні зразка. Корозійні втрати знаходили зважуванням на аналітичних вагах ВЛР-200 до і після випробувань. Масовий показник корозії знаходили за формулою:

$$K = \frac{m_0 - m_i}{S \cdot \tau},$$

де $m_0 - m_i$ - втрати або набуття маси, $г$;

S - площа поверхні зразка, $м^2$;

τ - час проведення випробувань.

Швидкість корозії визначали за формулою:

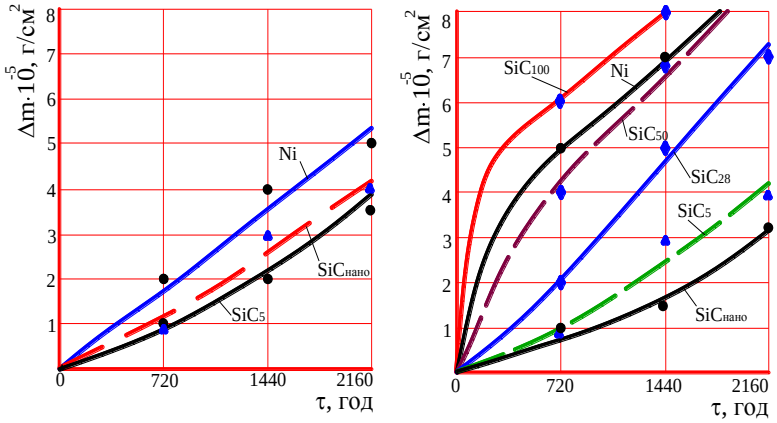
$$\vartheta_{кор} = \frac{8,76K}{\gamma},$$

де γ - питома вага металу, $г/м^3$.

Важливе наукове і практичне значення має кількісна оцінка корозійного фактора руйнування металів безпосередньо в процесі кавітаційно-ерозійного зношування. Це дає можливість глибше розуміти механізм процесу руйнування поверхонь, що в свою чергу, дозволяє цілеспрямовано і обґрунтовано підбирати метали, види покриттів кавітаційностійких в заданому типу середовищах і заданих умовах мікроударного навантаження.

Для цього знаходили масовий показник корозії $K,\ г/(м^2 \cdot год)$ і швидкість корозії $\upsilon_{кор},\ мм/рік$. На осі x відкладено час витримки зразків у відповідному середовищі $\tau,\ год$, а по осі y втрати маси з одиниці площі $\Delta m,\ г/см^2$.

Аналіз отриманих результатів показав, що в жорсткій воді (рис. 1, а) криві втрат маси ідентичні і мають експонентціальний характер зміни: з збільшенням часу проведення випробувань втрати маси зростають. Найменші втрати маси мають КЕП складу SiC_5 і $SiC_{нано}$, що пояснюється найменшою різницею внутрішніх напружень мікрооб'ємів структури і відповідно найменшою різницею електропотенціалів мікрогальванічних елементів системи поверхня покритя-розчин.



а б

Рис. 1. Кінетика корозійних втрат маси Ni і КЕП з частинками наповнювача SiC різної фракційності в нейтральних середовищах:
а - жорстка вода; б - 3%-вий розчин NaCl

У значно більш корозійно-активному розчині (3%-вий розчин NaCl) відповідно корозійні втрати маси зростають порівняно з втратами маси в жорсткій воді (рис. 1, б). При цьому зі збільшенням діаметра частинок наповнювача SiC корозійна стійкість знижується. В порядку зростання втрат маси в 3%-му розчині NaCl досліджені КЕП розміщуються в ряд: $SiC_{нано}$, SiC_5, SiC_{28}, SiC_{50}, Ni, SiC_{100}. Крім того, на кривих кінетики втрат маси видно, що для КЕП складу Ni-SiC_{100}, Ni-SiC_{50}, а також для покриття лише з Ni є точки перелому на кривих $\Delta m = f(\tau)$, що характеризуються різними швидкостями корозії. Останнє, можливо, є свідченням зміни механізму протікання корозійних процесів в розчинах хлориду натрію залежно від часу дії корозійного розчину на поверхню покриття.

Отже, аналіз результатів зміни швидкості корозії залежно від виду розчину показує найменшу швидкість корозії $\upsilon_{кор}$ в нейтральних середовищах для КЕП складу: 1) Ni-$SiC_{нано}$; 2) Ni-SiC_5; 3) Ni-SiC_{28}; 4) Ni-SiC_{50}; 5) Ni-SiC_{100}. Так, $\upsilon_{кор}$ для КЕП з частинками $SiC_{нано}$, порівняно з КЕП, що містять частинки SiC_{100}, приблизно в 2,4, менша у жорсткій воді та в 4,5 рази в 3%-му розчині NaCl відповідно.

DEVELOPMENT INDUCTION HEATER FOR INDUSTRIAL NEEDS

Bilyk Y.M.
Martynyuk A.V.
Pshegotskiy S.P.
Khmelnytsky National University, 11 Institutska Str, Khmelnytsky

In recent years in Ukraine are increasing data on renewable energy sources and increasing depletion of fossil energy sources.

Electricity is the most clean energy than coal and natural gas that our country is being forced to import. On the other hand, enough electricity in Ukraine , because the development of electric induction heating devices is an important and urgent direction.

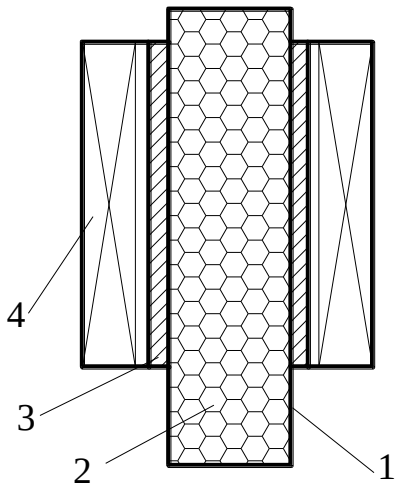


Figure 1 - Induction heater

The developed experimental setup (Figure 1) comprising: a ceramic sleeve along the length of which is 4 coil having a continuous winding of thin insulated wire . In the middle of the cartridge is placed on a metal pipe separator grid through which will pass fluid flow . The coil sleeve 4 and 3 have the same width. The coil is connected to a power source, chastotazminnoho current, which is 50 Hz.

The coil is made sectional , and the value of electromotive force (EMF) that occur in sections of coils to monitor the intensity of electro-magnetic fields and create the conditions for alignment emf by changing the coil winding step .

As the power supply transformer is used to reduce the voltage of T-066U3. The inductor voltage (voltmeter) joins the secondary transformer voltage of 15 V through resistor rated current of 7A. Resistor provides the ability to regulate voltage. Resistor (coil) wound with copper insulated wire SEW diameter of 1 mm with geometric dimensions: length of the inductor (current field) a = 0,6 m; the height of each layer winding (coil) h = 0,0035 m; Layers winding n = 3; internal diametr induction d = 0,165 m; external pipe diameter d = 0,155 m caliber pipe d = 0,143 m. Measure the voltage on the winding sections rectifier system is a voltmeter TS-4317 . To measure the current in the inductor coil electromagnetic system used typu AST ammeter. For

the analysis of temperature control heating sleeve on its side surface that is adjacent to the area of the connection pipe installed sensors to measure temperature.

The paper proposed construction of the inductor, which can be used for heating small businesses.

Further investigation on the basis induction heater appropriate conduct toward computer modeling of coupled (multi physical) electromagnetic and thermal processes that occur in the material heated separator and other structural elements of the induction heater during its operation, to obtain practical results.

UCD 699

ZRÓŻNICOWANY WPŁYW PREFERENCJI ORAZ POTRZEB KLIENTÓW INDYWIDUALNYCH I INSTYTUCJONALNYCH NA WYBÓR OFERENTA DLA ZAKUPÓW MATERIAŁÓW TECHNICZNYCH

Barbara Buraczyńska
Wydział Podstaw Techniki
Politechnika Lubelska, Polska
wpt.kpt@pollub.pl

Artykuł prezentuje wyniki badań przeprowadzonych w przedsiębiorstwach handlowych prowadzących sprzedaż hurtową i detaliczną materiałów budowlanych. Ocenie i analizie zostały poddane preferencje i potrzeby klientów (indywidualnych i instytucjonalnych), które decydują o wyborze miejsca zakupów. Badania potwierdzają zróżnicowanie potrzeb dwóch badanych grup nabywców oraz konieczność tworzenia elastycznej oferty handlowej w celu sprostania oczekiwaniom każdej z tych grup.

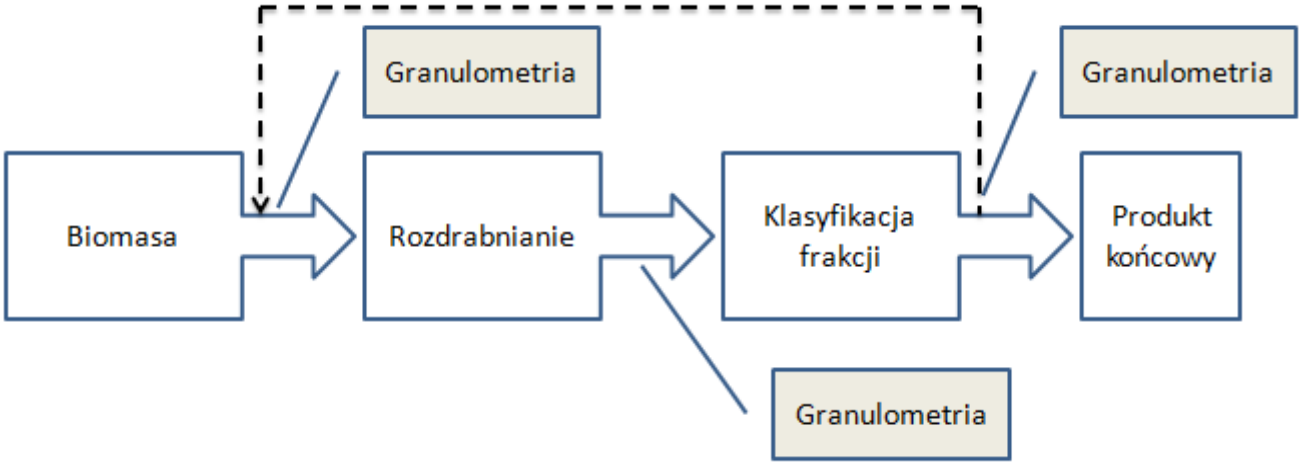
Badania zostały przeprowadzone w hurtowni Hurtkol Sp. z o.o. z siedzibą w Lublinie i w centrum budowlanym MetBud Sp. z o.o. z siedzibą w Radomiu.

ANALIZA WIELKOŚCI I KSZTAŁTU CZĄSTEK BIOMASY PO ROZDRABNIANIU Z WYKORZYSTANIEM CYFROWEGO PRZETWARZANIA OBRAZU

Kruszelnicka Weronika inż., weronika.kruszelnicka@gmail.com
Madej Ola inż., olamadej17@gmail.com
Wydział Inżynierii Mechanicznej, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, Polska

Biomasa na cele żywieniowe jak i energetyczne poddawana jest rozdrobnieniu w celu łatwiejszego przechowywania i transportu (cele energetyczne) lub lepszego

przyswajania składników pokarmowych zawartych w jej strukturze (cele żywieniowe). Niektóre z gatunków roślin jak np. zboża mogą być wykorzystywane w gospodarce żywnościowej oraz energetycznej. W zależności od potrzeb ziarna rozdrabnianie są na cząstki różnej wielkości. Utrzymanie odpowiednich parametrów rozdrabniania ma ogromny wpływ na uzyskanie produktu o odpowiedniej jakości i stopniu rozdrobnienia. Ocenę procesu rozdrabniania pod względem zapewnienia otrzymania frakcji rozdrobnionej o pożądanej wielkości można przeprowadzić wykonując analizę sitową i granulometryczną końcowego produktu rozdrabniania. Na rysunku 1 przedstawiono schemat zastosowania granulometrii w procesie produkcyjnym.

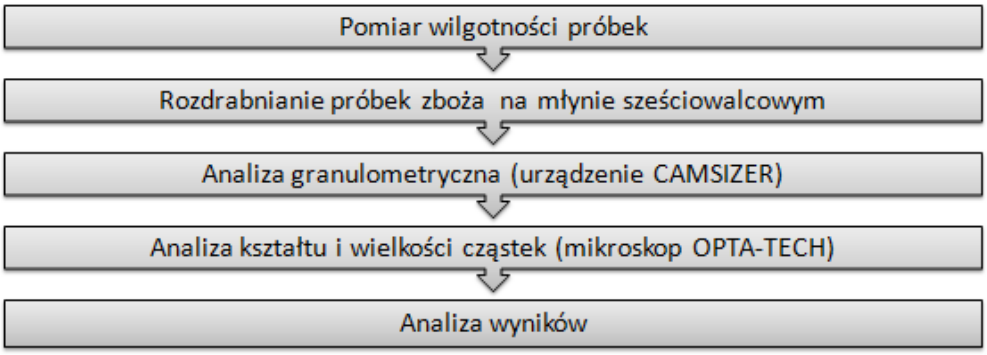


Rys. 1. Zastosowanie analizy granulometrycznej w procesie produkcyjnym [opracowanie własne]

Mając na względzie potrzebę wykonywania analiz parametrów geometrycznych cząstek po rozdrobnieniu celem niniejszej pracy jest wykonanie analizy wielkości i kształtu cząstek, z wykorzystaniem cyfrowego przetwarzania obrazu, ziaren zbóż: kukurydzy, prosa, ryżu i sorgo rozdrobnionych na młynie sześciowalcowym pod kątem oceny jakości procesu rozdrabniania.

Badania granulometrii przeprowadzono dla 4 różnych rodzajów zbóż: kukurydzy, ryżu, prosa i sorgo na próbkach reprezentatywnych na urządzeniu CAMSIZER firmy Retsch oraz sporządzono obrazy pojedynczych ziaren pod mikroskopem stereoskopowym OPTA-TECH w Laboratorium Badań Rozdrabniania na Wydziale Inżynierii Mechanicznej Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy. Na rysunku 2 przedstawiono plan badań dla prób zboża.

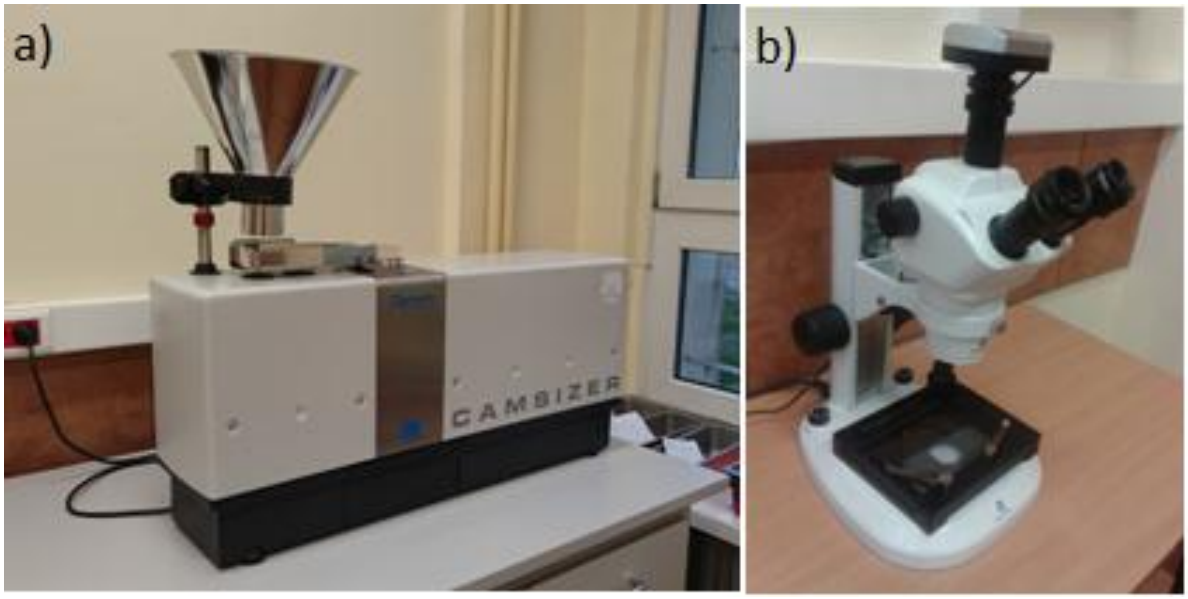
W pracy scharakteryzowano sprzęt pomiarowy, na którym wykonano badania. CAMSIZER (rys. 3.) jest kompaktowym instrumentem laboratoryjnym, który umożliwił jednoczesny pomiar wielkości oraz kształtu cząsteczek granulatu. Urządzenie zapewnia równoczesną analiza wielkości, kształtu, liczby i gęstości cząstek. Czas pomiaru jest bardzo krótki (2-3 min.), charakteryzuje go duża dokładność i powtarzalność.



Rys. 2. Plan badań próbek ziaren zbóż [opracowanie własne]

Mikroskop stereoskopowy OPTA-TECH serii SN posiada zakres zoomu głowicy od 0,8X do 5X. Zakres możliwych do uzyskania powiększeń przy zastosowaniu dodatkowych akcesoriów wynosi od 4X do 200X.

W dalszej części pracy przedstawiono wyniki badan laboratoryjnych. Wyniki analizy granulometrycznej zaprezentowano w postaci tabel i wykresów krzywych rozkładu ziarnowego oraz obrazów mikroskopowych.



Rys. 3. Urządzenia do pomiaru wielkości cząstek: a) CAMSIZER firmy Retsch, b) mikroskop stereoskopowy OPTA-TECH [materiały własne]

Całość rozważań zakończono podsumowaniem i wnioskami. Znajomość rozkładu wielkości cząstek umożliwia rozpoznanie przydatności stosowanych rozdrabniaczy oraz określenia stopnia rozdrobnienia materiałów. Znajomość wielkości cząstek pozwala także na ich klasyfikację i wykorzystanie cząstek tylko o pożądanej wielkości, a także może wspomagać inżynierów podczas udoskonalania rozdrabniaczy, tak aby otrzymywać ziarna o danej wielkości. Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że wpływ na jakość uzyskanych produktów rozdrabniania mają parametry procesu rozdrabniania oraz właściwości rozdrabnianego materiału.

УДК 004.58

ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЯ ВВЕДЕННЯ ТЕКСТОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ ПРИ АЛЬТЕРНАТИВНІЙ КОМУНІКАЦІЇ

Багрій Р.О., старший викладач, gcardinal2009@gmail.com
Хмельницький національний університет, Україна

Концепція альтернативної та додаткової комунікації (Augmentative and Alternative Communication – AAC) [1] ще недостатньо відома в Україні. Між тим, співтовариство фахівців, користувачів та виробників AAC вже більш ніж 30 років як створило напрям та самостійну область міждисциплінарного знання. Активним розвитком концепція завдячує ідеям інклюзії – включення людей з обмеженими можливостями життєдіяльності у загал.

Існування у сучасному суспільстві груп людей з обмеженими можливостями для спілкування (з вадами слуху, з щелепо-лицьовими травмами, після інсультів тощо) спонукає до досліджень альтернативних засобів комунікації для таких людей. Одним із засобів такої комунікації є рухи тіла: жести руками, конфігурації кисті, рухи очима та головою тощо.

Метою досліджень є проектування інформаційної технології, яка допомогла б реалізації альтернативних підходів до спілкування. Основна ідея технології полягає у створені комплексного підходу до реалізації альтернативної комунікації. Апаратно-програмна реалізація технології повинна забезпечити комунікацію максимально-можливими способами.

Для реалізації поставленої мети запропонована інформаційна технологія (рис. 1), яка, з використанням сучасних IT-пристроїв (нетбуки, планшети, телефони тощо), дозволить реалізувати альтернативну комунікацію для людей, що її потребують [2].

Рис. 1. Інформаційна технологія альтернативної комунікації

Узагальнюючи можна сказати, що вхідна інформація для введення за допомогою ІТ-пристроїв потребує реалізації функцій управління курсором (переміщення курсору для вибору/вказування) та функцій безпосереднього введення найменшої комунікаційної одиниці – символу (букви). Далі для інтелектуалізації введення інформації запропоновано використовувати систему прискореного введення тексту у цифрові пристрої, яка в процесі введення букв пропонує варіанти закінчень у слів і речень, базуючись на даних словників та може пропонувати виправляти основні помилки. Вихідна інформація може бути відтворена на пристрої у вигляді: звичайного тексту, звукового файлу, послідовності жестів (жестовою мовою) тощо. Окремо декларується можливість динамічного розширення запропонованої технології: додавання функцій управління курсором, введення символу, інтелектуалізації введення тексту, виведення текстової інформації.

У рамках зазначеного напряму актуальними є дослідження технологій предиктивного введення тексту (Predictive text) [3]. Їх суть полягає у використанні меншої кількості (відносно загального числа букв) керуючих дій з наступною інтелектуалізацією для повноцінного введення тексту.

Огляд способів інтелектуалізації введення тексту показав, що вказана проблема вирішувалась для систем введення текстової інформації у мобільні пристрої з цифровими кнопками. За допомогою 9-ти цифрових кнопок пропонувалися різні способи введення буквеної інформації. Можна виділити наступні методи введення (Input Methods): Multi-press, Two-key та T9.

Мінімізація кількості керувань для введення текстової інформації є важливою для альтернативних систем комунікації. Найбільш вартим уваги є T9 Input Method. Він вирішує проблему неоднозначності шляхом використання певних лінгвістичних знань. T9 знаходить можливі слова для такої комбінації кнопок за лінгвістичною базою та "передбачає" очікуване слово. Лінгвістична неоднозначність не є досконалою, так як багато простих слів можуть мати одну й ту ж послідовність кнопок. В цих випадках T9 пропонує слово, яке частіше використовується, як слово за замовчуванням.

Подальші дослідження направленні на інтелектуалізацію введення текстової інформації та реалізацію на базі цих досліджень інформаційної технології альтернативної комунікації для людей з відсутнім каналом основної комунікації.

Бібліографія

[1] Augmentative and Alternative Communication (AAC) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.asha.org/public/speech/disorders/AAC/.

[2] Крак Ю.В., Бармак О.В., Багрій Р.О. Альтернативні засоби комунікації для людей з обмеженими можливостями // Матеріали міжн. наук. конф. «Інтелектуальні системи прийняття рішень та проблеми обчислювального інтелекту». – Херсон: ХНТУ, 2015. – С. 85-87.

[3] Silfverberg M., MacKenzie I. S., Korhonen P. Predicting text entry speed on mobile phones // Proceedings of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI 2000. — 2000. — New York: ACM. —P. 9–16.

PORÓWNANIE SPRAWNOŚCI KOLEKTORÓW PRÓŻNIOWYCH I PŁASKICH

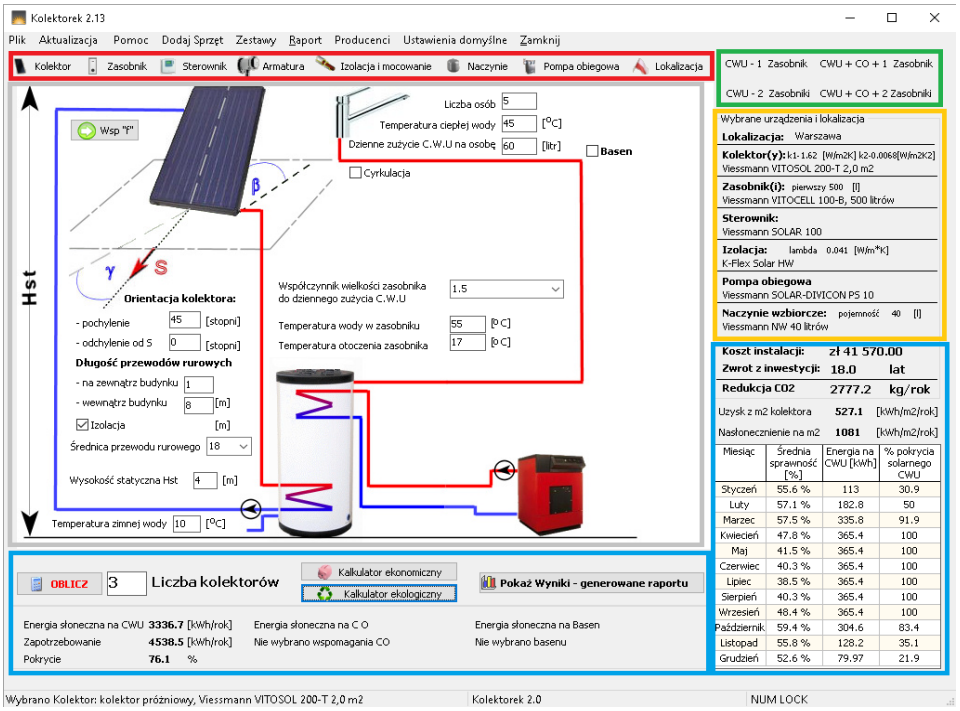
Ola Madej inż., olamadej17@gmail.com
Weronika Kruszelnicka inż., weronika.kruszelnicka@gmail.com
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, Polska

W opracowaniu scharakteryzowano budowę oraz zasadę działania kolektorów płaskich i próżniowych. Opisano wpływ konstrukcji oraz warunków eksploatacji na sprawność kolektorów solarnych. Przybliżono wpływ różnych czynników takich jak: różnica temperatur absorbera i otoczenia oraz odbijanie promieniowania słonecznego na sprawność kolektorów. Praca zawiera opis obliczania sprawności przy pomocy poniższego wzoru

$$\eta = \frac{Q_u}{M_e \cdot S} \cdot 100\%$$

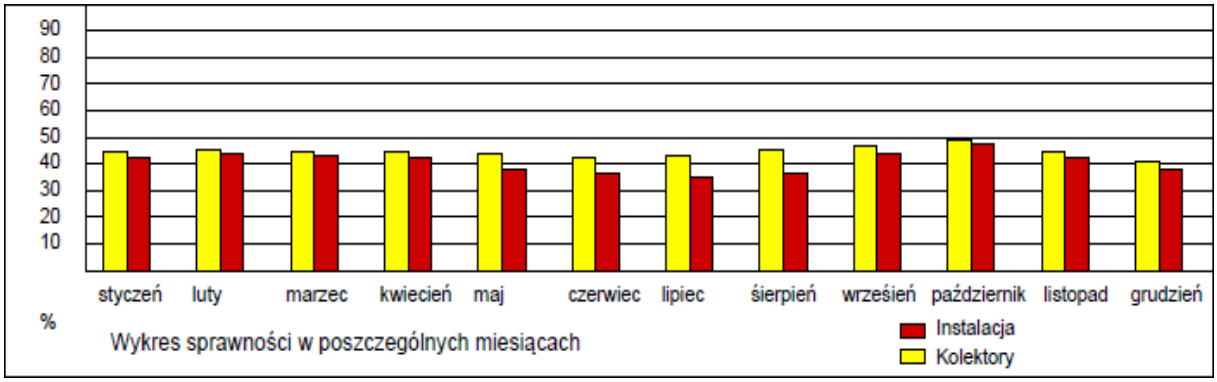
gdzie:
η – sprawność kolektora solarnego,
Q_u - strumień energii użytecznej [W],
M_e - moc promieniowania słonecznego [W/m^2],
S – powierzchnia czynna absorpcyjna kolektora solarnego.

Przedstawiono też sposób obliczania sprawności chwilowej z uwzględnieniem sprawności optycznej, współczynników strat ciepła liniowych, różnicy temperatur pomiędzy absorberem i otoczeniem oraz natężenia promieniowania słonecznego. Opisane zostało zagadnienie sprawności optycznej.

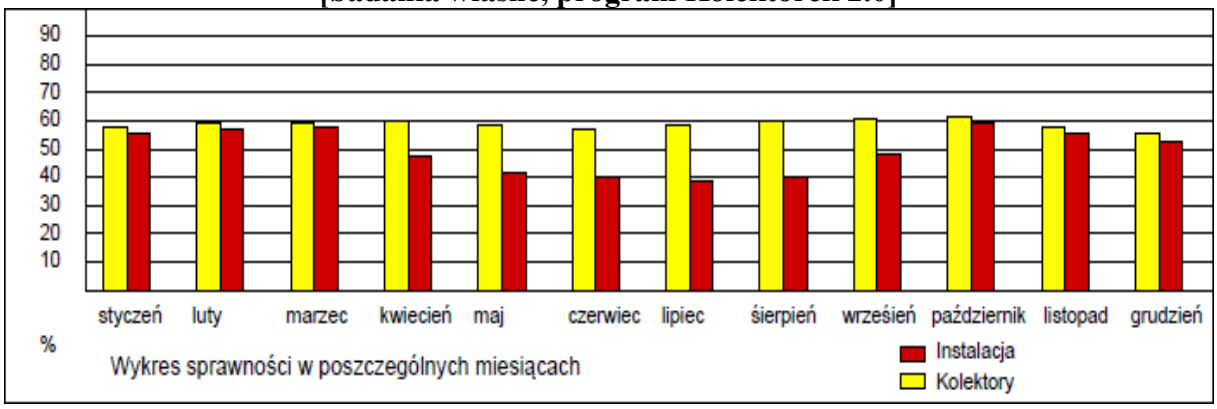


Rys. 1. Okno programu kolektorek 2.0 [badania własne, program Kolektorek 2.0]

W celu porównania sprawności kolektorów płaskich i próżniowych przeprowadzono badania symulacyjne dla dwóch instalacji oraz przedstawiono ich wyniki. Pierwsza z nich to instalacja solarna wyposażona w kolektory płaskie natomiast druga w kolektory próżniowe o pojedynczym przeszkleniu. Badania symulacyjne przeprowadzono w aplikacji komputerowej Kolektorek 2.0. Okno programu przedstawiono na rysunku 1. Algorytm programu składa się z pięciu obszarów: wyboru urządzeń i lokalizacji, założeń projektowych, wyboru typu instalacji, informacji o urządzeniach oraz najważniejszych wyników.



Rys. 2. Wykres sprawności w poszczególnych miesiącach dla instalacji z kolektorami płaskimi [badania własne, program Kolektorek 2.0]



Rys. 3. Wykres sprawności w poszczególnych miesiącach dla instalacji z kolektorami próżniowymi [badania własne, program Kolektorek 2.0]

Wygenerowano raport, w którym znalazły się wykresy sprawności instalacji oraz kolektorów w poszczególnych miesiącach przedstawione na rysunku 2 i rysunku 3. Z obliczeń wynika, że średnia roczna sprawność kolektora płaskiego kształtuje się na poziomie 44,5% natomiast kolektora na poziomie 58,8%. Z porównania wynika, że większą sprawność osiąga kolektor typu heat pipe. Na podstawie analizy konstrukcji kolektorów, zastosowanej izolacji oraz przeprowadzonych badań symulacyjnych stwierdzono, że im skuteczniejsza jest izolacja cieplna tym wyższa jest sprawność kolektora. Im większa jest różnica temperatur absorbera i otoczenia, tym niższa jest jego sprawność oraz większe są straty ciepła. Sprawność kolektora słonecznego jest zmienna w czasie i zależy od różnych czynników. Stała jest natomiast sprawność optyczna, która określa jaką część energii promieniowania słonecznego kolektor może maksymalnie wykorzystać do produkcji ciepła.

УДК 669. 295.621.8

ДРОБЕСТРУЙНАЯ ОБРАБОТКА - ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МЕТОД УПРОЧНЕНИЯ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ

О.В. Бердова-Бушура, olja-berdova@mail.ru
К.В. Михаленков, mykhalenkov@yandex.ru
Национальный технический университет Украины «КПИ»

В настоящее время сплавы на основе γ-TiAl рассматриваются как наиболее перспективные конструкционные материалы для авиационных двигателей нового поколения. Они обладают уникальными свойствами, такими как: высокая температура плавления (1460 °С), низкая плотность (3,8-4,0 г/см^3), высокая жаростойкость и сопротивление ползучести при повышенных температурах (600-800ºС), высокие значения модуля упругости (Е=170 ГПа при 20°С), высокая стойкость к окислению и возгоранию. По удельной прочности сплавы γ-TiAl, в интервале температур Т=600-850°С, в зависимости от структурного состояния могут превосходить все традиционные конструкционные материалы [1, 2, 3].

Авиационная промышленность все еще остается первым и основным потребителем титановых сплавов. Вращающиеся детали роторов авиадвигателей испытывают в полете колоссальную нагрузку. Им приходится работать в условиях высоких температур и динамических воздействий. От их надежности зависят безопасность самолета и жизни людей, что находятся на борту воздушного судна. Следовательно, титановые сплавы, используемые в этих ответственных узлах, должны быть не просто прочными, а суперпрочными.

Для решения задачи повышения уровня прочности необходим перспективный и экономный способ поверхностного упрочнения, с помощью которого можно было бы получить высокое качество поверхности в серийном производстве. Процессы обработки поверхности, такие как дробеструйная обработка способны сдвигать зарождения трещины от поверхности до подповерхностных областей, что приводит к значительному увеличению усталостной долговечности компонентов [4, 5].

Целью настоящей работы было изучение процесса упрочнения при дробеструйной обработки и его влияние на усталостную прочность титанового сплава γ-TiAl.

Методика проведения исследований.

Исследование проводились на γ-TiAl сплаве Ti-45 ат. % Al с высоким содержанием ниобия. Испытания на усталостную прочность проводились при комнатной температуре и при частоте симметричного цикла 60 Гц. Для усталостных испытаний были изготовлены пробы с диаметром ~ 8,5 мм и длиной ~ 50 мм.

В качестве механической обработки поверхности сплава использовалась дробеструйная обработка. В качестве дроби была применена керамическая дробь.

Результаты исследований:

Дробеструйная обработка – это процесс холодной обработки металлов, в процессе которого поверхность изделия «обстреливается» дробью. Действие дроби, подобно действию очень маленького молотка, после удара которого на поверхности детали остаётся микроскопическое углубление. Деформированная поверхность пытается вернуться в своё изначальное положение, поэтому под каждым деформированным микроскопическим углублением деформированного металла образовывается зона с высокими сжимающимися напряжениями.

Пересекающиеся углубления, образующиеся в результате дробеструйной обработки, формируют на поверхности изделия равномерный слой со сжимающими напряжениями, процесс дробеструйной обработки значительно повышает долговечность таких изделий. Сжимающие напряжения являются эффективным явлением в борьбе против усталостного разрушения. Максимальные значения остаточных сжимающих напряжений достигаются непосредственно под поверхностью детали и составляют не менее половины условного предела текучести материала.

Из проведенных исследований было установлено, что дробеструйная обработка позитивно влияет на усталость титанового сплава с высоким содержанием ниобия.

На Рис. 1 представлены кривые усталостных испытаний. Установлено, что за счет дробеструйной обработки можно увеличить предел выносливости титанового сплава на 100 МПа (с 675 МПа для исходного сплава до 775 МПа после дробеструйной обработки). Следовательно, можно утверждать, что увеличение прочности обусловлено изменениями в структуре поверхностного слоя.

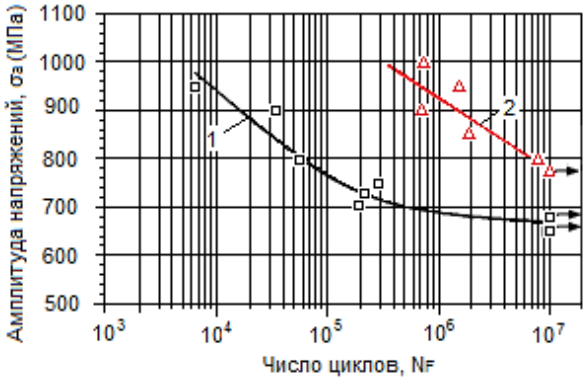
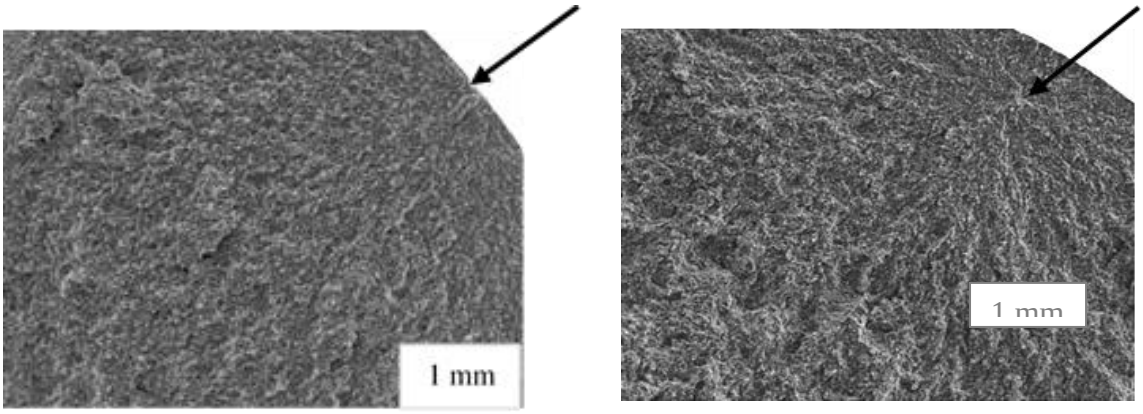


Рис. 1 Усталостные кривые:
1-после электролитического полирования,
2-после дробеструйной обработки

Анализ фрактограмм поверхности сплава до и после дробеструйной обработки показал, что усталостная трещина после электролитического полирования начинает свой рост от плоской поверхности образца (Рис. 2а). Это указывает на отсутствие влияния концентраций напряжений на его гранях. После дробеструйной обработки усталостная трещина зарождается под поверхностью образца и распространяется вглубь материала (Рис. 2б).



а) б)

Рис. 2 Внешний вид усталостных изломов:
а) после электролитического полирования, б) после дробеструйной обработки

Выводы

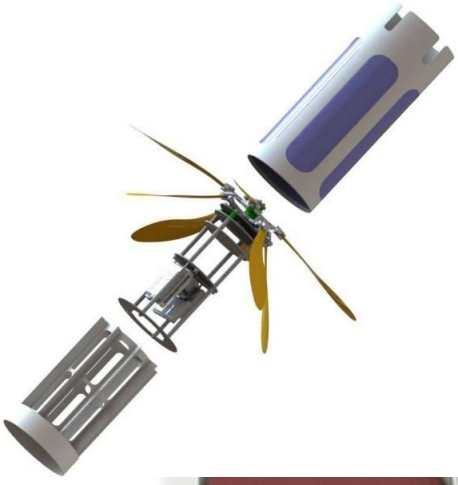
1. Обработка поверхности сплава Ti-45 ат. % Al легированного Nb керамической дробью приводит к повышению усталостной прочности поверхности материала на 14%.
2. Дробеструйная обработка поверхности является перспективным методом упрочнения титановых сплавов
3. Показано изменение условий образования усталостных трещин. В исходном сплаве такие трещины образуются непосредственно на поверхности образца, а после дробеструйной обработки их зарождение происходит ниже уровня деформированного слоя.

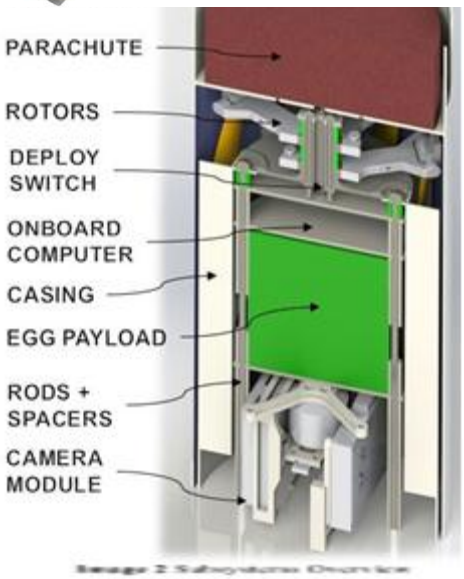
Библиография

[1] Имаев В. М. Современное состояние исследований и перспективы развития технологий интерметаллидных γ-TiAl сплавов [Електронный ресурс] / В. М. Имаев, Р. М. Имаев, Т. И. Оленева // Письма о материалах. – 2011. – Режим доступа: http://lettersonmaterials.com/ru/Readers/Article.aspx?aid=74.
[2] Processing and Application of Engineering γ-TiAl Based Alloys / [H. Clemens, F. Appel, A. Barteisetc.] // Ti–2003 Science and Technology. Proceedings of the 10th World Conference on Titanium Heldat the CCH– Congress Center Hamburg, Germany 13–18 July 2003. – Hamburg, 2003. – Vol. IV. – P. 2123– 2136.
[3] Manfred Peters, Christoph Leyens : Titan und Titanlegierung. WILEY-VCH, 2002, s.393.
[4] Wagner, L. Der Einfluss von Kugelstrahlen auf das Ermüdungsverhalten hochfester Titanlegierungen. Bochum, Ruhr-Universität Bochum, Dissertation, 1981.
[5] Wagner, L. Mechanical Surface Treatments on Titanium Alloys: Fundamental Mechanisms, 1996 TMS meeting Symposium on Surface Performance of Titanium, TMS, 1997, p. 199-215

PLANETARY ATMOSPHERIC ENTRY VEHICLE

Bartosz Postulka, eng. of mechatronics AGH Space systems
AGH University of Science and Technology in Kraków, Poland





The mission simulates a Science Vehicle traveling through a planetary atmosphere sampling the atmospheric composition during descent. The overall Cansat system is composed of two primary components, a Science Vehicle and a re-entry Container that protects the vehicle during ascent, "near-apogee" deployment from the rocket and initial re-entry/descent.

The Cansat size was one of the most important requirements. The rocket payload section provide specific dimensions available to use. We have therefore designed our Container considering safe marigins. It is deployed from the rocket at high attitude and utilise parachute system to stabilise descent and provide condition for releasing Science Vehicle – the planetary probe.

When the Science Vehicle is released from the Container, it will use coaxial rotors with counter-rotating propellers to reduce its descent rate to less than 10 meters/second. The Science Vehicle will stabilize and descend properly at a minimum altitude of 300 meters. During descent, the Science Vehicle will record video in the nadir direction until it lands. The video camera is stabilized in real time using gimbal motor.

The video can be recorded on-board for downloading after recovery. The Science Vehicle is equipped with a wide range of sensors. It will collect extensive telemetry data during descent which includes: altitude based on barometric air pressure, outside air temperature, inside temperature, flight software state, stabilization parameters, battery voltage, and angle of descent of the Science Vehicle. The data is transmitted at a 1 Hz rate to a ground station using XBee radio modules.

The Science Vehicle is holding one large raw hen's egg and protects it from breaking during the mission. Thus we have developed specialised safety module providing security for thepayload inside. We have already performed several drop-tests that prove system to be working flawlessly.

We have already passed preliminary design review conducted by NASA specialists. Our team 'AGH Space Systems' get special congratulations from judges. In late March we will perform rocket flight tests. In June we will proudly represent our University and Country in Texas, USA among 80 universities from all around the world.

MANUFACTURING OF THE SPARE PARTS FOR THE AUTOMOTIVE INDUSTRY USING 3D PRINT WITH SLM METHOD

Sasik R., PhD-student, Robert.sasik@fstroj.uniza.sk
University of Zilina, Faculty of Mechanical Engineering, Žilina, Slovakia

The main idea of the production process of the spare part was to use such a component, which will have specific characteristics. For instance, resistance against wear out and good mechanical properties. This component is usually not producible by conventional chip machining methods such as turning, milling etc.

The working procedure of the production of part was a standard rapid prototyping process. During the first step it was necessary to construct component according to all dimensions of the original part. The model was constructed in a suitable CAD program. It is also possible to produce a reference digital model of the 3D scan of the damaged part, which can be repaired in the CAD program. Thus, a new useable and fully functional component is created.

After construction of a digital model was the component ready for production. There has been Renishaw Autofab v1.8 used for data processing. There were designed manufacturing layers, all parameters of the production as well as support structures, which prevent the deformation of the parts during the production process and ensure the connection of the parts with the base plate.

Parameters of the production were set into the following values on the AM250 machine:

- Thickness of the layer 25 μm
- Speed of the laser during the burning of the boundary contours 0,25 m/s
- Speed of laser during the burning of the filling structures of the component 0,57 m/s
- -The power of laser 400W

The calculated parameters that were estimated for our specific model by the Autofab software:

- 3650 layers – 1 layer 0,025 mm (25 μm)– the height of model together with supporting structures 89 mm.
- Time required for the 3D print of a single prototype 12h 50min, for mini-batch of 10 pieces 40h 30min.

Processing is the mere production of part using the machine AM250. The production procedure belongs to category of additive technologies. Here the material is gradually added. Each material layer is deposited on the top of the part and afterwards it is sintered by high-performance laser. This method is called SLM – Selective laser melting.

Powdery aluminium material of the thickness of the grains 25 μm with a designation of AlSi10Mg-0403 has been used as a material for the manufacturing of the part.

The post-processing is based on the removal of the support material. Support consists of the material, which is appended to the building of the model, in order to build the overhanging parts of the model, cavities, and parts with complex shapes. It

is important to note that post-processing is an integral part of the production of the prototype therefore it can significantly affect the final price and time of production of the prototype.

The tested component is currently still in the car and it has fulfilled its function without damage since May 2015. Therefore, we can evaluate this test as a successful. Although the production is more expensive than conventional technologies, there is an advantage that such a component made of a material AL10SiMg has extended durability compared to the plastic original that has been produced by casting or injection moulding machinery. The production of the spare part is relatively quick, since the market does not provide spare parts for this type of car any longer. This production is also possible for repairs and recovery of automotive veterans. In the future, these technologies will not be used solely for prototyping of new parts, but also for smaller or larger series production of new parts.

УДК 628.464.43

КОМПЛЕКС МАШИН ДЛЯ ЗБИРАННЯ ТА ПЕРВИННОЇ ПЕРЕРОБКИ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ МІНІМІЗАЦІЮ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

Березюк О.В., к.т.н., доцент, berezyukoleg@yandex.ru
Вінницький національний технічний університет, Україна

Серед потреб комунального господарства України важливою є необхідність забезпечення високопродуктивними багатофункціональними машинами для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів (ТПВ), яких у містах і с.м.т. країни щорічно утворюється понад 40 млн. м^3, 96,5% яких вивозяться на полігони і сміттєзвалища, 2,2% спалюються, 1,3% перероблюються. Лише на перевезення ТПВ до місця утилізації за межі санітарної зони в 30 км витрачається більше 45 тис. тонн пального в рік. Згідно постанови КМУ від 4 березня 2004 р. № 265 серед пріоритетних напрямів поводження з ТПВ є: організація роздільного збору окремих компонентів, забезпечення застосування сучасних високоефективних сміттєвозів, знешкодження фільтрату тощо [1]. Отже, розробка науково-технічних основ проектування машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів та інтенсифікації їхніх робочих процесів із мінімізацією негативного впливу на навколишнє середовище є актуальною науково-технічною проблемою.

Системний аналіз стану проблеми показав: для збирання та первинної переробки ТПВ необхідний комплекс машин [2], перспективним способом мінімізації кількості та шкідливості твердих побутових відходів є їхнє зневоднення та подальше ущільнення методом вібраційного пресування [3]. Серед варіантів приводів ущільнення ТПВ найбільш доцільним слід вважати

гідравлічний з віброзбудженням за допомогою генератора імпульсів тиску [4]. Запропоновано класифікацію машин та обладнання для поводження з ТПВ, яка дозволяє системно розв'язувати проблему поводження з ТПВ.

За допомогою розроблених і зареєстрованих оригінальних комп'ютерних програм визначено одно- та багатофакторні регресійні функціональні залежності, що описують взаємодію робочого тіла – твердих побутових відходів з виконавчими органами машин [5, 6], а також визначено основні конструктивні параметри та раціональні режими роботи приводів машин.

Встановлено, що відсоток видаленої із ТПВ вологи разом із розчиненими шкідливими речовинами описується логарифмічною залежністю від тиску пресування, що може бути використано в розрахункових моделях та під час проектних розрахунків підсистеми зневоднення [3].

На основі дослідженої взаємодії робочого тіла – ТПВ з виконавчими органами машин сформовано структуру машин для збирання та первинної переробки ТПВ. Встановлено, що конструкція сміттєвоза повинна враховувати стратегію поводження з ТПВ та технологію їхнього збирання. Так для збирання змішаних ТПВ з подальшим захороненням на полігоні або піролізним сміттєспалюванням повинні використовуватись кузовні сміттєвози із максимальним зневодненням та ущільненням відходів, а у випадку дуальної системи збирання "сухих" і "вологих" відходів або їхнього роздільного (пофракційного) збирання з подальшою переробкою і повторним використанням вторинних ресурсів мають використовуватись контейнерні сміттєвози.

В межах запропонованого комплексу машин розроблено повні та спрощені математичні моделі приводів робочих органів машин для збирання та первинної переробки ТПВ [7, 8], які дозволяють досліджувати динаміку вказаних приводів та отримати узагальнюючі аналітичні залежності, які пов'язують між собою основні параметри приводів та придатні для практичних розрахунків при попередній оцінці та виборі раціональних параметрів на стадії ескізного проектування.

Результати дослідження динаміки гідроприводу вібраційного пресування ТПВ дозволили виконати структурну оптимізацію, яка полягає у використанні генератора імпульсів тиску релейної диференціальної дії як віброзбуджувача, що суттєво впливає на підвищення продуктивності сміттєвоза.

Досліджено стійкість роботи та якість перехідних процесів у приводах комплексу машин для збирання та первинної переробки ТПВ під час їх пуску, що дозволило встановити раціональні параметри вказаних приводів.

Удосконалено схему пристрою для сортування ТПВ (Патент України № 92719 U), як елемента комплексу машин, та досліджено його кінематику, що дало змогу встановити аналітичні залежності та раціональні значення основних кінематичних та геометричних параметрів пристрою.

Вперше створено та досліджено математичну модель регульованого за швидкістю гідроприводу навісного підмітального обладнання сміттєвоза з кількома гідромоторами (Патент України № 45362 U), в результаті чого

визначено вплив параметрів обладнання на швидкісні та силові показники приводу, а також розширено функціональні можливості комплексу машин.

Розроблено принципові схеми основних складових комплексу машин: вдосконаленої конструкції гідроприводу вібраційного пресування ТПВ (Патент України № 42145 U), вдосконаленої конструкції гідроприводу перевертання контейнера з ТПВ в кузов сміттєвоза (Патент України № 91672 U), конструкції гідроприводу зневоднення ТПВ у сміттєвозі (Патент України № 90924 U), генератора імпульсів тиску релейної диференціальної дії (Патент України № 92720 U), а також науково-обґрунтовану методику проектного розрахунку параметрів удосконаленого вібраційного гідроприводу плити пресування ТПВ з використанням генератора імпульсів тиску релейної диференціальної дії, що дозволило збільшити коефіцієнт їхнього ущільнення і суттєво підвищити продуктивність сміттєвозів в цілому за рахунок зменшення маси відходів, що підлягають перевезенню, та кращої наповненості кузова.

Бібліографія

[1] Постанова Кабінету Міністрів України від 4 березня 2004 року № 265 «Про затвердження Програми поводження з твердими побутовими відходами» [Електронний ресурс] / Кабінет Міністрів України : http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/265-2004-%D0%BF.

[2] Березюк О. В. Огляд конструкцій машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів / О. В. Березюк // Вісник машинобудування та транспорту. – 2015. – № 1. – С. 3-8.

[3] Березюк О. В. Шляхи підвищення ефективності пресування твердих побутових відходів у сміттєвозах / О. В. Березюк // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві : науково-технічний збірник. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2009. – № 1. – С. 111-114.

[4] Савуляк В. І. Технічне забезпечення збирання, перевезення та підготовки до переробки твердих побутових відходів : монографія / В. І. Савуляк, О. В. Березюк. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. – 217 с.

[5] Березюк О. В. Техніко-економічні показники машин та процесів в сфері менеджменту твердими побутовими відходами [С. 109-120] / О. В. Березюк // Розвиток фінансового менеджменту в умовах хаотичного структурування економіки : колективна монографія / за заг. наук. ред. С. А. Кузнецової. – Дніпропетровськ : Акцент ПП, 2015. – 277 с.

[6] Березюк О. В. Прогностичні моделі площ земельних ділянок та машин для захоронення твердих побутових відходів [С. 64-71] / О. В. Березюк // Екологічні, соціальні та економічні аспекти розвитку АПК на засадах раціонального природокористування : колективна монографія / за ред. П. В. Писаренка, Т. О. Чайки, О. О. Ласло. – Полтава : Сімон, 2015. – 224 с.

[7] Березюк О. В. Оптимізація завантаження твердих побутових відходів у сміттєвози [С. 75-83] / О. В. Березюк // Системи прийняття рішень в економіці, техніці та організаційних сферах : від теорії до практики : колективна монографія у 2 т. Т. 2. / за заг. ред. Л. М. Савчук. – Павлоград : АРТ Синтез-Т, 2014. – 429 с.

[8] Березюк О. В. Моделювання гідроприводу вивантаження твердих побутових відходів із сміттєвоза [С. 408-416] / О. В. Березюк // Інтеграція економічних та технічних процесів : сучасний стан і перспективи розвитку : колективна монографія / за заг. ред. Л. М. Савчук. – Х. : Діса плюс, 2015. – 480 с.

УДК 621.891

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО СКЛАДУ КОМПОЗИЦІЇ ПГС-27+ПФЛ ДЛЯ НАПЛАВЛЕННЯ ЛЕМІШІВ ПЛУГІВ

Посонський С.Ф., к.т.н., p.s.f@rambler.ru
Герасімов О.Ю., студент 5 курсу
Хмельницький національний університет, Україна

Питаннями підвищення довговічності робочих органів ґрунтообробних машин займалися багато вчених: Бернштейн Д.Б., Вінокуров В.Н., Голубєв І.Г., Єрохін М.Н., Міхальченков А.М., Новиков В.С., Рабинович А.Ш., Розенбаум А.Н., Сідоров С.А. та інші. Основним напрямком цих досліджень є застосування методів підвищення зносостійкості при виготовленні, експлуатації, та розробка технологій відновлення.

Експлуатація плужних лемішів на піщаних, супіщаних і суглинних ґрунтах пов’язана з інтенсивним зношуванням робочих органів, що призводить до обмеження наробітку на відмову. Найбільш значимим дефектом є зношування носка леміша, що має лучевидну форму. При цьому необхідно витримати геометрію відновленого леміша, що відповідає агротехнічним вимогам.

Відновлення зводиться, як правило, до наплавлення зношеної поверхні спеціальними електродними матеріалами, що забезпечують достатню зносостійкість поверхні, без можливості появи інших дефектів у процесі роботи.

Для підвищення ресурсу лемішів плугів авторами роботи [1] запропоновано наплавлення в ливарній формі флюсолегуючиим порошком (ПФЛ), основу якого склали відходи шліфування сталей Р6М5 і Р18. Після відновлюваного відпалу і сортування відходи шліфування ретельно змішували із флюсуючими компонентами, здрібненими до ультрадисперсного стану. Тобто, для наплавлення зносостійкого шару лемішів плугів запропоновано наплавочну композицію що складається з порошка ПГС-27 та ПФЛ.

Введення ПФЛ у наплавочну суміш дозволяє ширше використати крупні і дуже дрібні порошки та порошки із неправильною геометричною формою, що сприяє зниженню вартості наплавлення без падіння її експлуатаційних характеристик [1].

Авторами роботи [1] виконані дослідження по впливу вмісту у відсотках ПГС наплавочної композиції ПГС-27 + ПФЛ на твердість шару. Для визначення оптимального вмісту наплавочної композиції, враховуючи результати роботи [1], нами було використано математичне планування експерименту.

Задача планування експерименту математично формулювалась наступним чином: необхідно отримати уяву про поверхню відгуку факторів, яку можливо показати у вигляді функції або математичної моделі [2]:

$$M\{y\} = \eta = \varphi(x_1, x_2, x_3, \ldots, x_k), \quad (1)$$

де y – параметр оптимізації (в нашому випадку твердість наплавленого шару (HRC); x_i – змінні фактори, від яких залежить відгук і які можливо змінювати під час експерименту (вміст у відсотках ПГС наплавочної композиції ПГС-27 + ПФЛ, та висота наплавленого шару). Відповідно задача зводиться до визначення залежності математичного очікування результату процесу від параметрів (факторів).

Оскільки необхідно оцінити два фактори, виникає задача проведення двофакторного експерименту.

Модель двофакторного експерименту другого порядку має вигляд [2]:

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_1 x_2 + b_4 x_1^2 + b_5 x_2^2. \quad (2)$$

Обробку даних експерименту та пошук оптимальних значень виконано в програмі Statistica 6.0 за допомогою якої отримане рівняння регресії для твердості наплавленого шару в залежності від вмісту ПГС та товщини шару, що має вигляд:

$$HRC = -152 + 4{,}7(PGS) - 0{,}03(PGS)^2 + 3{,}1(h) + 0{,}36(h)^2 - 0{,}05(PGS \cdot h). \quad (3)$$

З врахуванням значимості коефіцієнтів регресії (рис. 1) отримаємо остаточне рівняння регресії впливу вмісту ПГС та товщини шару на його твердість:

$$HRC = -152 + 4{,}7(PGS) - 0{,}03(PGS)^2 + 3{,}1(h). \quad (4)$$

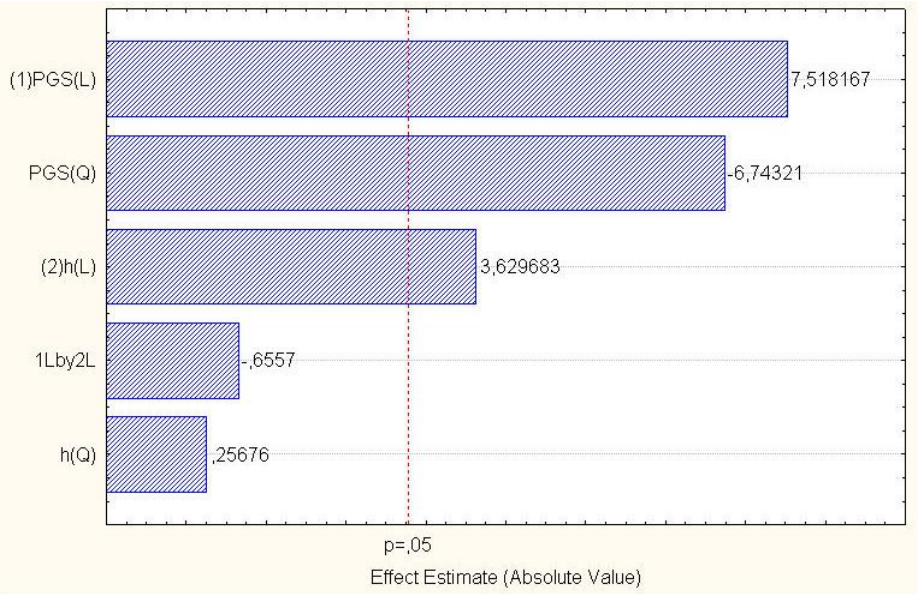


Рисунок 1 – Діаграма визначення значимості коефіцієнтів регресії

За допомогою модуля «Design Analysis of Experiments» (експериментальний проект) визначено вплив кожного з факторів на твердість шару рис. 2 та отримано оптимальні значення факторів рис. 3.

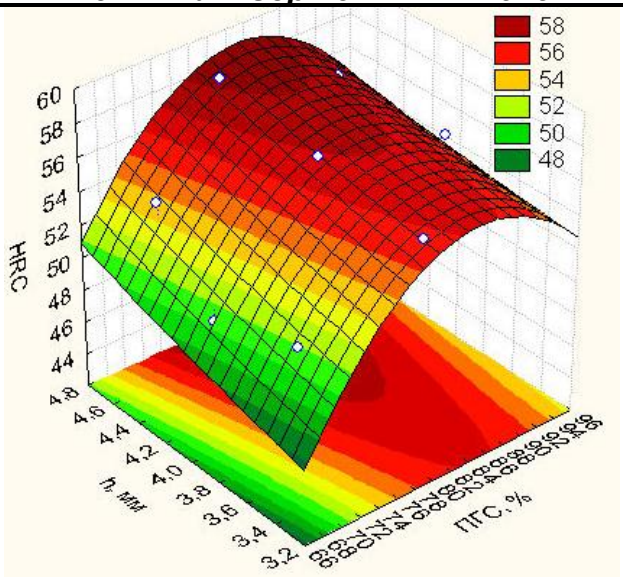


Рисунок 2 – Поверхня відгуку твердості наплавленого шару від факторів

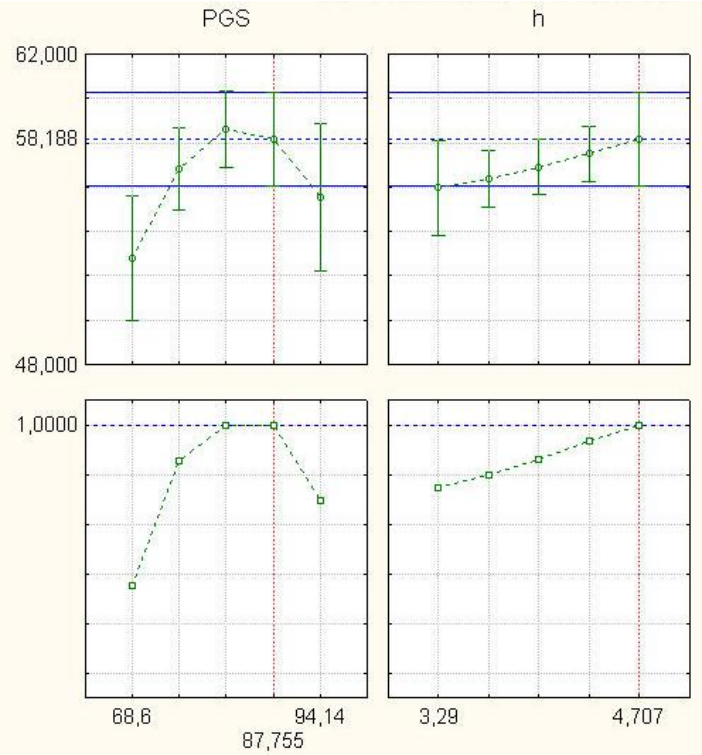


Рисунок 3 – Визначення оптимальних значень факторів

Таким чином, оптимальне співвідношення композиції для наплавлення наступне: 87,755 % ПГС + 12,245 % ПФЛ, що забезпечує висоту наплавленого шару 4,7 мм з твердістю 56-58 HRC.

Бібліографія

[1] Кидалов Н. А. Повышение ресурса деталей «лемех плуга» и «лапа культиватора» путем наплавки в литейной форме / Н.А. Кидалов, Ю.В. Гребнев, В.Ф. Жаркова, И.А. Илларионова, М.С. Буссов // ИЗВЕСТИЯ ВолгГЕУ. – 2005. – С. 138-140.

[2] Фаддев М. А. Элементарная обработка результатов эксперимента / М. А.Фаддев. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2010. – 122 с.

УДК 621.785.532

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ТИТАНОВОГО СПЛАВУ ВТ-8 АЗОТОВАНОГО В ТЛІЮЧОМУ РОЗРЯДІ

Гіль О.О., студентка 3-го курсу
Машовець Н.С., к.т.н., доц.,
mashovetsns@ukr.net
Хмельницький національний університет

Титанові сплави в залежності від їх складу можна піддавати термічній обробці. За структурою розрізняють α-сплави, що не зміцнюються і α + β – сплави, які зміцнюють гартуванням з старінням. Найбільше поширення α + β – сплави ВТ6, ВТ8, ВТ14. Збільшення порядкового номеру сплаву відповідає зростання міцності.

Титанові сплави добре обробляються тиском, мають гарні ливарні і механічні властивості. А також їх використовують для виготовлення деталей високої питомої міцності, опору корозії середовища в авіації, транспортному та хімічному машинобудуванні.

Титан і його сплави не кородують в атмосфері, у кислотах, в прісній і морській воді, а також стійкі проти газової корозії але титан і його сплави мають низьку зносостійкість поверхні, що вимагає її модифікації.

Для модифікації поверхні титанових сплавів використовували метод хіміко-термічної обробки – низькотемпературне азотування в тліючому розряді в безводневому середовищі. Азотування проводилося на експериментальній установці “УАТР-1”. Установка для азотування в тліючому розряді в безводневих середовищах розроблена Подільським науковим фізико-технологічним центром (ПНФТЦ) в Хмельницькому національному університеті.

Для досліджень використовували (α+β) сплав титану марки ВТ8, який має широке застосування у промисловості. Дослідження титанового сплаву ВТ8, азотованого за режимом - температура поверхні 660 ^{0}С, тиск 160 Па, тривалість азотування 75 хв; газове середовище за об’ємом - азот 28%, аргон 72%, на зносостійкість в умовах сухого тертя проводили на машині тертя Optimal SRV, по схемі тертя „кулька – площина”. Площина – зразок титанового сплаву, а кулька - сталь ШХ-15, HRC 62. Дослідження проводили при зворотно – поступальному русі з частотою коливань 50 Гц та амплітудою коливань 1 мм. Для визначення трибологічних властивостей покриття проводились дві серії дослідів: 1) антифрикційні і протисхоплювальні властивості покриття, та 2) зносостійкі властивості покриття.

Результати досліджень зносостійкості сплаву ВТ8 приведені в табл. 1. Дослідження показують, що зусилля схоплювання титанового сплаву після азотування в тліючому розряді в даних умовах випробувань збільшилось майже

в 4,6 рази, в порівнянні з неазотованим зразком. При цьому максимальний допустимий тиск на поверхні тертя збільшився в 3,7 рази. Це свідчить про зростання несучої здатності поверхні титанового сплаву ВТ8 після низькотемпературного азотування.

З табл. 1 видно, що знос неазотованого титанового сплаву в 15 разів більший в порівнянні з азотованим. Знос гартованої кульки із сталі ШХ 15, що працює в парі тертя як контртіло, навпаки, значно менший в парі з неазотованим зразком. При цьому на поверхню гартованої кульки відбувалося намазування неазотованого титанового сплаву. В парі „азотований ВТ8 – гартована кулька” великий знос кульки пояснюється тим, що продукти зношування азотованого ВТ8 мали високу твердість (*HV* = 600 - 750) і виступали як абразив в процесі зношування.

Таблиця 1. Результати досліджень на зношування пари азотований титановий сплав ВТ8 – кулька сталь ШХ15 на машині Optimal SRV

Зразки	Зусилля схоплювання $F_{зв}$, Н	Тиск в зоні схоплювання $P_{зв}$, Н/мм^2	Зношування		Діаметр схоплювання $D_п$, мм	ширина доріжки зносу h, мм
			кульки $\Delta m_к$, мГ	ВТ8 $\Delta m_{зр}$, мГ		
Вихідний матеріал	65	18,4	0,1	12,0	1,85	4,0
азотований зразок	300	67,5	2,1	0,8	2,45	2,4

Висновок

Зміцнення поверхні титанового сплаву ВТ-8 низькотемпературним азотування в тліючому розряді дозволяє підвищити протисхоплювальні властивості титанового сплаву у парі тертя «азотований титановий сплав – сталь гартована ШХ 15» в умовах сухого тертя в 4,2 рази в порівнянні з неазотованим титановим сплавом.

Бібліографія

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

[2] Ионная химико-термическая обработка сплавов / [Арзамасов Б. Н., Братухин А. Г., Елисеев Ю. С., Панайоти Т. А.]. – М.: Изд-во МГТУ им Н. Э. Баумана, 1999. – 400 с.

[3] Машовець Н.С. Вплив параметрів іонного азотування титану на фізико-механічні характеристики азотованого шару // Вісник двигунобудування. 2004. - №3. – С. 122-125.

УДК 632.382: 620.179.4

ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ ПОЛІТЕТРАФЛУОРЕТЕНУ ПРИ НАНЕСЕННІ ЗАХИСНОГО ПОКРИТТЯ НА ТКАНИНУ

Є.О. Голінка,
evgenija-golinka@rambler.ru
С.Л. Горященко
Хмельницький національний університет,
Україна

Серед різноманіття показників, які отримують текстильні матеріали після завершального оброблення найбільш популярним є вологостійкість та антибактеріальність. Враховуючи необхідність забезпечення оборонної системи саме такими тканиними матеріалами, що будуть витримувати динамічні навантаження, захищати від проникнення вологи та розростання хвороботворчих бактерій, було поставлено за мету ознайомитись з існуючими способами апретування (від франц. apprkter — остаточно обробляти), та визначити перспективний план розвитку. Саме на цій завершальній стадії обробки текстиль набуває комплекс споживчих властивостей: підвищену зносостійкість, гідрофобність, біостійкість, стійкість до дії вогню, брудовідштовхуваність тощо [2, 3].

На даний час дуже добре розроблені дві хімічні технології надання бактерицидних властивостей ТМ: фінішна і пізнє впорскування. Ще одна технологія, із застосуванням електронного бомбардування, знаходиться на стадії розробки.

Нині існує багато полімерних сполук, які використовуються як захисні покриття в текстильній проимсловості. Для одержаняя захисних плівок часто використовують водні дисперсії вінілових полімерів, зокрема венілацетат. За кордоном використовують полімерні вологозахисні покриття, які складаються з кількох різних за своєю природою полімерів: acrylic/urethane (AR/ UR), acrylic/silicone (AR/ SR), та ін. Зв’язок між цими полімерами може бути хімічним, а може бути і топологічним[4]. Ми обрали для себе політетрафлуоретен (ПТФЕ). За своїми хімічними та механічними властивостьями, цей полімер найкраще нам підійде. Діапазон робочих температур сягає від мінус 250ºС до плюс 260 ºС, витримує короткотривалі теплові навантаження до +300 ºС. Маючи надміцний полімерний зв’язок, характеризується низьким поверхневим натягом та антиадгезійними властивостями, що в свою чергу відштовхує воду і захищає від бруду. За своєю хімічною стійкістю перевищує всі відомі синтетичні матеріали і благородні метали. За помірної температури не руйнується під впливом концентрованих лугів, кислот і навіть суміші азотної і соляної кислот. Руйнується розплавами лужних металів (та їх розчинами у рідкому аміаку), фтором і трифторидом хлору[5].

При створенні полімерних покриттів відбувається просочення тканинної основи плівкоутворюючим полімером і утворюється перехідний шар полімерного покриття. Це призводить до збільшення жорсткості матеріалу, збільшення внутрішніх напруг, уповільнення швидкості релаксаційних процесів. Фізико-механічні властивості такого матеріалу і таких покриттів суттєво залежать не лише від глибини просочення волокнистої основи, але і від структури і властивостей вихідних волокон, які визначають здатність плівко-утворювача проникати всередину волокна і суттєво змінювати його фізико-механічні і інші властивості[4].

Для надання полімерному покриттю антибактеріальних властивостей можна використовувати наночастинки срібла (Ag), міді (Cu), та заліза (Fe), які розчинені в водній дисперсії ПТФЕ а також добавку «Триклозан», яка відома своїми антимікробними характеристиками. [6].

Для бази полімерів використовується лише відносно невелике число тканин. Щоб отримати таку характеристику, як водонепроникність, будова тканини має буди достатньо відкритою, для того, щоб полімер заповнив проміжки в плетінні. В той самий час це призведе до великих витрат полімерного матеріалу. Балансуючи між легкою вагою та задовільними механічними характеристиками, як то міцність на розрив, потрібно обирати конструкцію тканин зі щільнішим переплетенням ниток основи. Задля нівелювання шансу утворення рухомих полімерних плівок в структурі тканини, необхідно обрати правильний спосіб нанесення, що дозволить регулювати глибину проникнення полімеру.

Бібліографія

[1] Оксенчук О.І. Роль завершального оброблення у формуванні спеціальних властивостей технічного текстиля/ О.І. Оксенчук //„Товарознавчий вісник” – 2013. – №6 – С.92-97

[2] Глубіш П. А. Хімічна технологія текстильних матеріалів (Завершальне оброблення): Навчальний посібник / П. А. Глубіш –К.: Арістей, 2005.–300с.

[3] Кричевский Г.Е. Особое место заключительной отделки в химической технологии текстильных материалов / Г.Е. Кричевский //Текстильная химия.- 2002.- № 1 (20).- С. 48

[4] Пасічник М.В. Розробка композиції для тканин з полімерним покриттям / М.В.Пасічник, І.М. Куліш, Г.С. Сарібеков //Восточно-Европейский журнал передовых технологий – 2010.№6(47) – С. 8-12

[5] Логинов Б.А. Удивительный мир фторполимеров/ Б.А. Логинов – М.: 2009. – 168 с.

[6] Березненко М.П Розробка нового асортименту синтетичних ниток, модифікованих нанопрепаратами /М.П. Березненко, В.І. Власенко, В.І. Вісленко, Н.О. Курлова, Л.В.Міхієнкова// Вісник Хмельницького національного університету, 2011, №3 – С. 104-108 (Технічні науки).

УДК 621.891

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ЗМІЦНЕННЯ ЗУБЦІВ ШЕСТЕРНІ ПОВЕРХНЕВИМ ПЛАСТИЧНИМ ДЕФОРМУВАННЯМ

Заболотній В.Д., магістр гр. ТВМ мб 11-1
Бабак О.П., к.т.н., доцент
Хмельницький національний університет

Підвищення зносостійкості поверхні зубців шестерні є актуальною проблемою машинобудування, що обумовлено широким використанням нових конструкційних матеріалів з особливими фізико-механічними властивостями і пов'язаний з розробкою нових технологій зміцнення, заснованих на нетрадиційних підходах. До таких технологій, в першу чергу, відносяться як фізико-хімічні методи модифікації структури матеріалів, включаючи процес зміцнюючої обробки поверхневим пластичним деформуванням, так і іонно-плазмові технології нанесення зносостійких покриттів. Безперервно зростаючі вимоги до продуктивності і якості продукції, що випускається і процесу механічної обробки в цілому, необхідність зниження і регулювання характеристик процесу зношування, підвищення його стабільності для досягнення високих експлуатаційних показників визначають потребу в удосконаленні існуючих технологій зміцнюючої обробки і розробці нових методів підвищення працездатності поверхонь зубчастих коліс.

Можливості традиційних методів інженерії поверхонь з метою підвищення рівня експлуатаційних характеристик і властивостей матеріалів в значній мірі вичерпані. Ця задача не може бути вирішена однією модифікацією вихідного складу матеріалу, наприклад, його об'ємним легуванням, хоча це і приводить до поліпшення ряду експлуатаційних показників сталей і сплавів.

Науково обґрунтований вибір найбільш ефективних технологій зміцнення неможливий без накопичення експериментальних і теоретичних даних про зміну структури і властивостей модифікованих поверхневих шарів. Незважаючи на досягнуті успіхи у вивченні процесів структуроутворення при модифікації поверхні і інтерес підприємств до ресурсозберігаючих технологій, сучасна промисловість не володіє систематизованими і обґрунтованими рекомендаціями щодо використання зміцнюючих методів і комплексними методиками вибору режимів зміцнюючої обробки. Це не дозволяє повністю реалізувати потенційні можливості більшості високоефективних зміцнюючих процесів у конкретних умовах машинобудівного виробництва і перешкоджає їх широкому промислового використання, знижує практичну цінність наявних наукових та практичних розробок у цій області і обмежує їх застосування.

Метою роботи є підвищення зносостійкості зубчастих коліс, які використовуються в автомобілебудуванні, за допомогою методу поверхневої пластичної деформації шляхом дослідження і розробки технології дробоструминного зміцнення.

Одним з найбільш ефективних методів зниження шорсткості і підвищення щільності поверхневого шару є обробка поверхнево-пластичним деформуванням (ППД) і, зокрема, процес алмазного вигладжування (АВ). Застосування АВ в якості фінішної обробки робочих поверхонь зубчастих коліс дозволяє знизити шорсткість вихідної поверхні, підвищити міцність поверхневого шару за рахунок підвищення щільності та знизити пористість зносостійкого покриття, а також створює стискаючі залишкові напруження, що приводить до підвищення стійкості в 2,5 рази.

Дробоструминне зміцнення є результатом ударів дробу по деталі. Властивості шестерні при дробоструминному зміцненні підвищуються за рахунок оптимального радіуса округлення зубців, кромок і вершин, малої шорсткості поверхонь і кромок, сприятливого рельєфу поверхні, а також наклепу, алотропічних перетворень і залишкових напружень у поверхневому шарі на глибині до 0,01 мм

Для вирішення цих існуючих проблем, ми розробили пристрій для дробоструминевої обробки деталей з метою зміцнення поверхні деталі, що містить корпус із розташованим усередині щілиноподібним клапаном з нерухливої частини, виконаної у вигляді диска із щілиноподібними прорізами, і рухливої частини, установленої з можливістю повороту, а також пружним елементом, резервуар для збору дробу із забірним рукавом, трубопроводи для підведення транспортуючого газу і вирівнювання дозуючого тиску обладнання із замикаючим штоком, розташованим у центральній частині з можливістю контакту з електромагнітом, трубопровід подачі дробу в зону обробки і додатковий трубопровід для підведення транспортуючого газу, корпус виконаний із циліндричної і конічної частин, а рухлива частина щілиноподібного клапана виконана циліндричної форми, у внутрішній порожнині якої встановлений пружний елемент, що опирається одним кінцем на дно із щілиноподібними прорізами, а іншим кінцем - на герметичну кришку з отвором для приєднання додаткового трубопроводу для підведення транспортуючого газу, при цьому в циліндричній частині корпуса виконаний наскрізний горизонтальний паз, у якому розміщена рукоятка, закріплена на бічній поверхні рухливої частини щілиноподібного клапана, у резервуарі для збору дробу виконано вікно для спостереження за дробоструминною обробкою деталей, а розташований у ньому кінець трубопроводу подачі дробу в зону обробки виконаний розширеним.

Пропонований пристрій для дробоструминної обробки з метою зміцнення приведено на рис.1.

Пропонований пристрій для дробоструминної обробки деталей містить корпус 1 з розташованим усередині щілиноподібним клапаном з нерухливої 2 і рухливої 3 частин і пружним елементом 4. Нерухлива 2 частина щілиноподібного клапана виконана у вигляді диска 5 із щілиноподібними прорізами 6. Обладнання також містить резервуар 7 для збору дробу із забірним рукавом 8, трубопровід 9 для підведення транспортуючого газу і трубопровід 10 вирівнювання тиску дозуючого обладнання 11 із замикаючим штоком 12, розташованим у центральній частині з можливістю контакту з електромагнітом

13, трубопровід 14 подачі дробу в зону обробки і додатковий трубопровід 15 для підведення транспортуючого газу в корпус 1. При цьому корпус 1 виконаний із циліндричної і конічної частин, а рухлива 3 частина щілиноподібного клапана виконана циліндричної форми, у внутрішній порожнині якої встановлений пружний елемент 4, зокрема пружина гвинтів, що опирається одним кінцем на дно 16 із щілиноподібними прорізами 17, а іншим кінцем – на герметичну кришку 18 з отвором 19 для приєднання додаткового трубопроводу 15 для підведення транспортуючого газу.

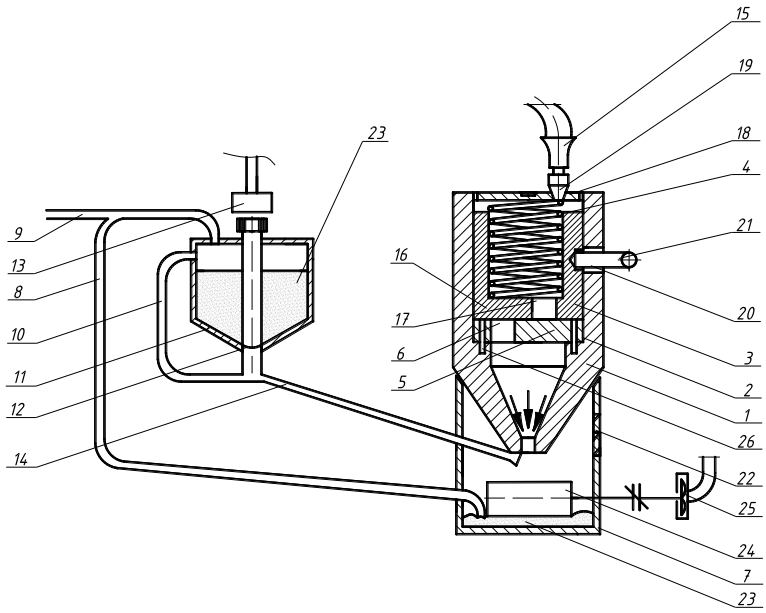


Рис.1 – Пристрій для дробоструминного зміцнення шестерен

У циліндричній частині корпуса 1 виконаний наскрізний горизонтальний паз 20, у якому розміщена рукоятка 21, закріплена на бічній поверхні рухливий 3 частини щілиноподібного клапана. У резервуарі 7 для збору дробу виконано вікно 22 для спостереження за дробоструминною обробкою деталей, а розташований у ньому кінець трубопроводу 14 подачі дробу в зону обробки виконаний розширеним, що дозволяє рівномірно розподіляти потік дробу 23 по поверхні оброблюваної деталі 24, з'єднаної з турбіною 25. Нерухлива 2 частина щілиноподібного клапана закріплено на корпусі 1 за допомогою штифтів 26.

Аналіз сучасного стану технології та технічних засобів для обробки деталей методом поверхневої пластичної деформації, а саме обробка дробом, свідчить, що застосування цього методу є одним із ефективних способів стосовно підвищення довговічності деталей. Існуючі технології зміцнення зубців відрізняються високою складністю та дуже високою вартістю як устаткування, так і витратних матеріалів, що на сьогоднішній день не припустимо.

Бібліографія

[1] Кузнецов В.А. Повышение стойкости металлорежущего інструмента / В.А. Кузнецов и др. - М.: Машиностроитель, 2001. - С. 13-15.

[2] Томлёнов А.Д. Механика процессов обработки металлов давлением / А.Д. Томлёнов. - М.: Машгиз, 1963. – 280 с.

УДК 621.365.33:628.132

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ФАНКОЙЛА

Горященко С.Л., доцент кафедри МА
Щирба Т.О., магістрант гр ЕТ-11-1
Хмельницький національний університет

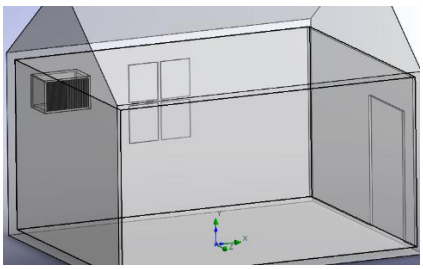
Система фанкойл - це один з варіантів комплексу кондиціонування повітря в приміщеннях призначених для нагріву або охолодження повітря. На відміну від спліт системи в якій холодна або тепла енергія передається зрідженим газом - фреоном, в системі робочою речовиною є вода, або незамерзаючі розчини на її основі. Робоча речовина в системі називають двома термінами, що мають однаковий зміст: холодоносій - це робоча речовина, яке забезпечує охолодження повітря в приміщенні, тобто несе холодну енергію і теплоносій - це те ж саме робоча речовина, але його так називають тоді, коли воно несе теплу енергію і підігріває повітря в приміщенні, а так це одне і теж робоча речовина - вода або не замерзає розчин на її основі.

Схема фанкойл здатна працювати і забезпечувати кондиціювання повітря в приміщеннях цілий рік, вона не має такого обмеження, як фреонова система, яка повинна бути виключена при температурах вуличної температури нижче мінус 10 градусів. Фреонова система теж може працювати на обігрів повітря в приміщенні, але тільки в міжсезоння, тому що при температурі навколишнього середовища близько нуля - вона мало ефективна, а нижче мінус 10 вже працювати не може.

Переваги систем повітряного опалення:

- мала інерційність. Приміщення після запуску опалювального обладнання прогріється за лічені хвилини. Для порівняння: при конвекційному опаленні будинку з посередництвом теплоносія тільки вихід води в батареях на прийнятну температуру може зайняти до двох годин;
- відносна дешевизна. Котли повітряного опалення за вартістю не відрізняються від призначених для водяних опалювальних систем; а ось розводка помітно дешевше;
- алюмінієвий рукав і вентиляційна решітка непорівнянні з вартістю з радіатором, трубою і фітингами до неї;
- стійкість до низьких температур. Повітряне опалення побутових виробничих приміщень можна сміливо зупиняти на ніч і не боятися розморожування труб і радіаторів;
- легкий прихований монтаж. Водяне опалення передбачає, що як мінімум самі радіатори або конвектори залишаються на увазі;
- високий рівень коефіцієнта корисної дії (на рівні 90%);
- опалювальна повітряна система може бути об'єднана з кліматичною системою, що для житлових приміщень дуже важливо, оскільки, таким чином, може підтримуватися необхідний мікроклімат всередині приміщення;
- можливість швидкого обігріву приміщення за рахунок малої інерційності.

Розроблено модель приміщення, що оснащене фанкойлом у Solid Works та проведене моделювання потоку повітря в ньому у CosmosWorks.



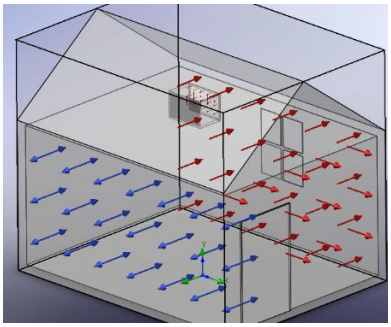
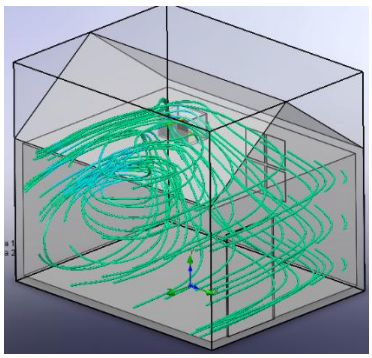


Рис.1 – Розташування фанкойла **Рис.2 -Початкові умови**



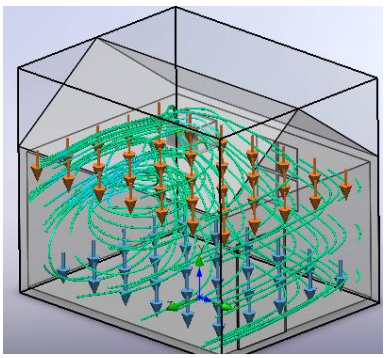


Рис.3- Рух потоку повітря **Рис.4 – Напрям руху повітря в конвекції**

Висновки

Отримані дані дозволяють проектувати місця розташування фанкойла з урахуванням габаритів приміщення

Бібліографія

[1] Параска Г.Б. Оцінка ефективності використання електричних систем опалення / Г.Б. Параска, О.А. Миколюк. // Енергетика: економіка, технології, екологія, НТУУ КПІ, 2015, № 3, 2015 - С. 5-9.

[2] Патент №9148 Україна, F24D 11/00. Система опалення приміщень/ Г.Б. Параска; С.Л. Горященко; В.Р. Любчик; А.В. Вітюк; заявник і патентовласник Хмельницький національний університет; опубліковано 10.07.2014, Бюл. № 13/2014 – 5 с.

[3] Чабан В. Й. Математичне моделювання електромеханічних процесів / В. Й. Чабан. – Львів: Львівська політехніка, 1997. – 342 с.

УДК 621.785

ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ ЗІ СТАЛІ Р6М5 ДИСКРЕТНОЮ ЛАЗЕРНОЮ ОБРОБКОЮ

Загребельний В. В., аспірант кафедри машинознавства, big09@ukr.net, Національний авіаційний університет, Україна

На теперішній час доля лезвійної обробки в машинобудуванні, підприємствах і заводах складає приблизно 60-80 % технологічного процесу.

Існує широка номенклатура різального інструменту виробленого із високоякісного зносостійкого інструментального матеріалу з оптимальною геометрією, яка задовольняє усі існуючі роботи різальним інструментом [1]. Зношування різального інструменту знижує продуктивність обробки деталей. Витрата інструменту суттєво позначається на підвищенні собівартості продукції машинобудівних підприємств, тому підвищення зносостійкості різального інструменту є актуальною проблемою машинобудування.

На даний час відсутні універсальні інструментальні матеріали, які змогли б забезпечити високу працездатність ріжучого інструменту при різноманітному характері умов його експлуатації.

У зв'язку з цим широкого застосування набули інструменти з покриттями, що дозволяє підвищити стійкість і надійність інструменту, збільшити продуктивність обробки та скоротити витрати матеріалу. Завдяки надтонкій плівці (товщина сягає декількох мікрометрів), не змінюючи об'ємні характеристики інструментального матеріалу в цілому, можна досягти підвищення стійкості інструменту у декілька разів [2].

Створення захисних структур на робочих поверхнях інструменту дозволяє підвищити його надійність і довговічність, продуктивність праці, зменшувати витрати дефіцитних легувальних елементів на його виготовлення і, як результат, знизити енергетичні затрати і трудові ресурси [3].

Процес виготовлення металорізального інструменту із зносостійким покриттям включає нанесення покриттів після повного циклу термічної і наступної чистової механічної обробки.

Повний цикл термічної обробки інструменту із швидкорізальних сталей включає гартування та наступний триразовий відпуск. При цьому інструмент отримує необхідну твердість 63 – 65 HRC. Однак, триразовий відпуск інструменту із швидкорізальних сталей в значній мірі знижує одну із найважливіших експлуатаційних характеристик інструментальних сталей – теплостійкість.

Нами було розроблено технологію, яка покращує експлуатаційні характеристики різального інструменту зі сталі Р6М5 з нанесеним покриттям [4]. Зміцнення різального інструменту зі сталі Р6М5 досягається за рахунок комплексної обробки лазером та наступним суміщенням відпуску з операцією нанесення іонно – плазмового покриття для підвищення її теплостійкості та твердості.

Іонно – плазмові покриття отримували на установці «Булат 21». Дискретну лазерну обробку виконували на установці ЛАТУС – 31. Перед нанесенням покриття невідпущений інструмент піддають лазерній обробці в режимі оплавлення зі щільністю зміцнених ділянок 75 – 80 % від загальної площі поверхні різального інструменту, а нанесення покриття суміщують з відпуском при температурі 560 – 580 °С.

Це дозволяє підвищити температуру відпуску до 580 °С, яка є оптимальною для нанесення зносостійких покриттів високої якості.

Проведені нами випробування щодо визначення зносостійкості зміцнених різальних пластин сталі Р6М5 з покриттями показали, що зносостійкість

пластин, оброблених за даною технологією вища, ніж зносостійкість пластин, оброблених за стандартною технологією в 1,4 – 1,7 рази.

Таким чином використання дискретної лазерної обробки з подальшим суміщенням операції нанесення покриттів з відпуском забезпечує підвищення стійкості різального інструменту зі сталі Р6М5. Стійкість різального інструменту досягається за рахунок покращення комплексу характеристик сталі, як основи під іонно – плазмовим покриттям. Дискретно загартований шар сталі слугує міцною основою для покриття, завдяки цьому підвищується його працездатність при експлуатації, не відбувається його продавлювання, відшарування та викришування. Підвищується теплостійкість і твердість сталі, а дискретна структура поверхні створює хороший напружено – деформований стан щодо зниження напружень при терті.

Бібліографія

[1] Пикуль М.И. Инновационные технологии упрочнения режущего инструмента / М.И. Пикуль. Управление в социальных и экономических системах: материалы XVIII международной научной-практической конференции, г. Минск, 30-31 мая 2009 г. / Минский ин-т управления. – Минск : Изд-во МИУ, 2009. – С. 61-62.;

[2] Харламов Ю.А. Методы модифицирования поверхностных слоев деталей машин и инструментов. // Сучасне машинобудування. 2000. -№3-4(5-6).-С. 9-17.;

[3] Корбут Є. В. Вплив режимів механічної обробки на якість поверхонь полімерних композиційних материалів / Є. В. Корбут, О. В. Андрєєв, І. Р. Дерек, О. В. Радько, В. Ф. Лабунець // Проблеми тертя та зношування. – К.: НАУ, 2013. – Вип.2 (61). – С. 96-100.;

[4] U201412996. Пат. 99744 Україна. МПК C23C 14/32 (2006.01) Спосіб зміцнення металорізального інструменту з швидкорізальних сталей / Кіндрачук М.В., Корбут Є.В., Лабунець В.Ф., Радько О.В., Загребельний В.В., Гуменюк І.А. заявл. 04.12.2014 ; опубл. 25.06.2015, Бюл. № 12.

УДК 620.178.16 : 621.892

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СМАЗОЧНОГО ДЕЙСТВИЯ ТРАНСМИССИОННЫХ МАСЕЛ И СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЁВ ТРИБОСОПРЯЖЕНИЙ

Захарченко А.В., старший преподаватель,
zav1971@bigmir.net
Университет «Украина», Украина

Большинство определяющих факторов состояния рабочей поверхности образца и их сочетание имеют случайный характер, и сам процесс формирования рабочей поверхности образца также можно считать случайным. Поэтому параметры рабочей поверхности рассматривают как случайные величины и при их оценке используют методы математической статистики.

Наиболее важные применения теории линейного прогноза связаны с прогнозированием стационарных случайных процессов [1]. Процесс формирования шероховатости относится к стационарным случайным процессам. Стационарность – важное свойство, позволяющее в качестве начала отсчёта принять любой момент времени. Применительно к шероховатости это означает, что измерение высот неровностей можно начинать в любой точке.

Статистически основными условиями стационарности случайного процесса являются: 1) независимость его основных вероятностных характеристик от аргумента (математическое ожидание m(x) = const, дисперсия D(x) = const); 2) затухание нормированной корреляционной функции $\rho(x) = R_x(\tau) / D \to 0$ (здесь $R_x(\tau)$ – корреляционная функция).

Метод многофакторного дисперсионного анализа является одним из качественных методов активного эксперимента. Он позволяет дать сравнительную оценку силе влияния одного или нескольких входных качественных факторов изменчивости на выход объекта. Однако этот метод можно применять лишь для анализа данных специально организованного активного эксперимента [2].

В соответствии с методикой проведения активных экспериментов число опытов при измерении каждого из фиксируемых параметров определялось в зависимости от статистической достоверности результатов выборки на уровне S = 0,95 при ошибке среднего ≤ 0,1 [3]. Проверка однородности для дисперсии функции отклика дублированных опытов осуществлялась с помощью критерия: 1) Кохрена – при равном числе повторов каждого эксперимента; 2) Фишера или Бартлетта – при разных количествах повторов каждого эксперимента [4,5]. Необходимо добавить, что при равномерном дублировании опытов на практике можно использовать эквивалентную схему обработки результатов, учитывающую усреднение непосредственно.

Спектральная плотность представляет собой плотность распределения дисперсий параметра профиля по частотам непрерывного спектра. Спектром есть функция, описывающая распределение амплитуд по различным частотам [6]. Спектр показывает, какого рода колебания преобладают в данном процессе; спектральная плотность $S_x(f)$ стационарного случайного процесса (здесь f – частота процесса) выражается через корреляционную функцию $R_x(\tau)$ случайного процесса (здесь τ – произвольный интервал времени) с помощью пары преобразований Фурье (теорема Винера-Хинчина) [7]:

$$S_x(f) = \int_{-\infty}^{\infty} R_\chi(\tau) \times e^{-j2\pi f\tau} \times d\tau; \quad R_x(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} S_\chi(f) \times e^{j2\pi f\tau} \times df.$$

Сопряжение образца и контртела характеризуется взаимной спектральной плотностью стационарно связанных случайных процессов X(t) и Y(t) в виде преобразования Фурье от взаимной корреляционной функции этих процессов:

$$S_{xy}(f) = \int_{-\infty}^{\infty} R_{\chi\gamma}(\tau) \times e^{-j2\pi f\tau} \times d\tau.$$

Разработанность методов преобразования Фурье и возможность

относительно простой интерпретации получаемых результатов обусловили широкое распространение спектрального анализа случайных временных рядов и динамических систем как непараметрического метода идентификации. При котором модель динамической системы задаётся весовой функцией, передаточной функцией, разложениями в различные ряды (Эрмита, Вольтера, Фурье и т.д.) [8].

Применение параметрических методов наиболее целесообразно при небольших объёмах выборок (наблюдений), когда доход, получаемый в результате правильного вклада в параметрическую модель, весьма высок. Если число наблюдений велико (около 1000), то применение параметрических моделей требует введения большого количества параметров для адекватного описания временного ряда. Интерпретация физического смысла таких параметров практически невозможна. В условиях, когда имеется большое число наблюдений (типично для фрикционных систем) и анализ данных необходим для изучения характера и источников их статистической изменчивости, целесообразно использование непараметрических методов [9,10].

Наиболее полно отображают картину напряжённого состояния поверхностных слоёв (ПС), изменения деформационных и прочностных свойств на выбранной трассе сканирования, их однородность, такие статистические критерии, как спектральная плотность $S_x(f)$ и дисперсия $D(x)$ случайного процесса трения индентора о исследуемую поверхность [11-14]. Дисперсия – величина всегда положительная и размерная. Её размерность равна квадрату размерности данной случайной величины.

Именно в функции спектральной плотности $S_x(f)$ – энергетическом спектре, который показывает распределение энергии процесса по частоте, связь между исследуемыми параметрами на различных интервалах, содержится наиболее полная информация о структурном состоянии ПС [15].

В связи с тем, что алмазный индентор движется с постоянной скоростью, то аргументу функции $S_x(f)$ можно придать смысл протяжённости среднестатистических участков ПС вдоль трассы сканирования, если воспользоваться формулой [13]: $l = U / 2f$,

где: U – скорость относительного перемещения испытуемого образца и индентора; f – частота гармонических составляющих в спектре колебаний силы контактного деформирования.

В результате сравнения экспериментальных форм графиков $S_x(f)$ с типовыми [16], представляется возможным охарактеризовать ПС с позиций их однородности и износостойкости.

Процесс формирования шероховатости рабочей поверхности обладает свойством эргодичности – математическим ожиданием, полученным по одной реализации, равным математическому ожиданию, полученному по множеству реализаций. При решении практических задач это позволяет определять статистические характеристики процесса на одном участке наблюдений, т.е. по одной серии измерений [17]. Для стационарного эргодического случайного процесса выражение дисперсии принимает вид [7]:

$$D_x = M\{[x(t)]^2 - m(x)^2\} = \overline{x}^2(t) - [\overline{x}(t)]^2,$$

где: m(x) – математическое ожидание случайной функции; $\overline{x}(t)$ – временное среднее случайной функции, что характеризуется постоянным числом.

Для трибоспектрального метода микромеханических испытаний дисперсия D нормальной (тангенциальной) составляющей сил контактного деформирования характеризует среднюю мощность, затраченную на преодоление фрагментов разной прочности относительно их средней прочности, т.е. разброс прочностных и деформационных свойств на выбранной трассе сканирования [15, 18]. Эта величина связана с однородностью свойств поверхности вдоль трассы сканирования [19] и численно определяется, как площадь под кривой спектральной плотности $S_x(f)$ [11].

Для сбора и статистической обработки экспериментальных данных использовались вероятностно-статистические методы, реализуемые универсальными системами компьютерной математики. Системы Mathematica (и особенно новейшая Mathematica 10) имеют обширные возможности для аналитического проведения преобразований Фурье. Интересно отметить, что используемая нами версия системы Mathematica 7 способна решать некоторые задачи, которые не решает конкурирующая система Maple [20]. Впрочем, всерьёз относиться к подобным доводам о преимуществах тех или иных систем не стоит – видимо, можно найти отдельные задачи, которые решает система Maple и не решает Mathematica. В ядре системы Mathematica 5.1/5.2 практически нет статистических функций. Зато пакет расширения Statistics для систем Mathematica 5.1/5.2 и выше имеет множество функций, охватывающих практически все расчёты теоретической и прикладной статистики [21]. Тем не менее, вопрос о привлечении универсальных математических систем к выполнению серьёзных статистических расчётов является спорным из-за существования множества специальных статистических компьютерных систем, например Statistica, StatGraphics и др. Наиболее общим методом сравнения средних является дисперсионный анализ, разработанный Р.А. Фишером, в системе Statistica 6 и выше – ANOVA (Analysis of Variance) [22].

Большинство статистических программ предлагают специальный интерфейс, базирующийся на обработке табличных данных большого объёма, многовариантный расчёт необходимых статистических параметров (например, регрессию сразу по десяткам формул) и отсев заведомо ошибочных данных. Поэтому при статистических расчётах применение подобных программ нередко предпочтительно [23].

Библиография

[1] Ивченко Г.И., Медведев Ю.И. Введение в математическую статистику. – М.: Издательство «ЛКИ», 2010. – 600 с.

[2] Монтгомери Д.К. Планирование эксперимента и анализ данных. – Л.: Судостроение, 1980. – 384 с.

[3] Фаддеев М.А. Элементарная обработка результатов эксперимента. – СПб: Издательство «Лань», 2008. – 128 с.
[4] Сидняев Н.И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных. – М.: Издательство «Юрайт», 2011. – 399 с.
[5] Методы исследований и организация экспериментов / К.П. Власов, П.К. Власов, А.А. Киселёва, А.В. Осичев; Под ред. К.П. Власова. – 3-е изд. – Х.: Издательство «Гуманитарный центр», 2013. – 412 с.
[6] Александрова Н.В. История математических терминов, понятий, обозначений: Словарь-справочник. – 3-е изд. – М.: Издательство «ЛКИ», 2008. – 248 с.
[7] Запорожец В.В., Бердинских В.А. Диагностика узлов трения авиационной техники и спецмашин. – К.: КИИГА, 1987. – 164 с.
[8] Бердинских В.А. Статистическое моделирование фрикционного контакта в связи с оценкой прочности поверхностного слоя взаимодействующих деталей: Дис. … канд. техн. наук: 05.02.04. – К., 1983. – 186 с.
[9] Хеннан Э. Многомерные временные ряды. – М.: Мир, 1974. – 576 с.
[10] Холлендер М., Вульф Д. Непараметрические методы статистики. – М.: Финансы и статистика, 1983. – 288 с.
[11] Запорожец В.В. Динамические характеристики прочности поверхностных слоёв и их оценка // Трение и износ. – 1980. – Т. 1, № 4. – С. 602-609.
[12] Бендат Дж., Пирсон А. Измерение и анализ случайных процессов. – М.: Мир, 1974. – 464 с.
[13] Запорожец В.В., Бердинских В.А. Стохастическое решение обратной задачи трибометрии // Трение и износ. - 1980. – Т. 1, № 6. – С. 976-986.
[14] Запорожець В.В., Білякович О.М., Закієв І.М., Захарченко А.В. Трибоспектральні критерії оптимізації концентрації пакету присадок у базовій трансмісійній оливі // Пр. Міжнар. наук.-техн. конф. «Авіа-2002». – К.: НАУ, 2002. - Т. 1. – С. 43.5-43.8.
[15] Райко М.В., Запорожец В.В. Реологические характеристики зоны контакта и структура поверхностей трения // Трение и износ. - 1983. – Т. 4, № 6. – С. 1008-1015.
[16] Запорожец В.В., Бердинских В.А., Варюхно В.В. Выбор критериев и синтез алгоритма оценки видов изнашивания // Трение и износ. – 1988. – Т. 9, № 6. – С. 975-984.
[17] Боровков А.А. Эргодичность и устойчивость случайных процессов. – М.: Едиториал УРСС, 1999. – 440 с.
[18] Запорожец В.В., Закиев И.М., Бердинских В.А. Динамические эффекты контактного взаимодействия в присутствии поверхностно-активных веществ // Трение и износ. – 1988. – Т. 9, № 1. – С. 19-25.
[19] Запорожец В.В., Гордеев С.В. Статистические характеристики элементарных процессов трения качения. Ч. 2. Влияние шероховатости поверхности и упругого гистерезиса на характеристики трения качения // Трение и износ. - 1986. – Т. 7, № 4. – С. 634-641.
[20] Кристалинский Р.Е., Кристалинский В.Р. Преобразования Фурье и Лапласа в системах компьютерной математики. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 286 с.
[21] Дьяконов В.П. Mathematica 5/6/7. Полный самоучитель. – М.: ДМК-Пресс, 2012. – 624 с.
[22] Халафян А.А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных. – 3-е изд. – М.: ООО «Бином-Пресс», 2008. – 512 с.
[23] Дьяконов В.П. Mathematica 5.1/5.2/6 в математических и научно-технических расчётах. – 2-е изд. - М.: Солон-Пресс, 2008. – 744 с.

УДК 678.08

АНАЛІТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ У МОЛОТКОВИХ ПОДРІБНЮВАЧАХ

Золотенко Е.О., ассистент,
ellafilipchenko@gmail.com
Хмельницький національний університет,
Україна

Розробка ефективного подрібнюючого пристрою для переробки відходів легкої промисловості і надалі залишається актуальною. Існують багато пристроїв для переробки вторинних відходів, але всі вони мають свої недоліки, що не дозволяє зробити процес подрібнення простим та ефективним. Основною проблемою проектування подрібнюючих пристроїв є недосконалість розроблених методик розрахунку конструкцій обладнання, а також технологічного процесу.

Аналіз існуючого обладнання для вторинної переробки текстильних відходів, визначив, що найбільш ефективним є молоткові подрібнюючі пристрої. Це пов’язано з тим, що молоткові подрібнювачі, після переробки текстильних відходів, дозволяють зберегти максимальну довжину волокна.

Метою роботи є розробка методики розрахунку оптимальних параметрів високопродуктивного молоткового подрібнюючого пристрою, з урахуванням фізико-механічних властивостей матеріалу, що подрібнюється, геометричних і технологічних параметрів конструкції даного подрібнювача та підтвердження працездатності запропонованої методики експериментальними дослідженнями.

Конструкція молоткового подрібнюючого пристрою є досить вивченою, і для повного описання процесу подрібнення текстильних матеріалів необхідно проаналізувати лише процеси, які відбуваються в зоні подрібнення. Адже найбільш важким для сприйняття є процес руйнування. Для аналізу даного процесу було розглянуто деформаційні і міцнісні властивості матеріалу, що подрібнюється. Було проведено аналітичні дослідження процесу взаємодії робочого органу молоткового подрібнюючого пристрою з відходами легкої промисловості, а саме текстильними матеріалами. В якості зразків при проведенні експериментальних досліджень процесу подрібнення волокнистих відходів використовувалися відходи із текстильних матеріалів, які утворилися методом розкрою деталей виробу із листових заготовок [1].

Експеримент проводиться для того, щоб мати змогу врахувати всі ті фактори, які не були врахованими у математичній моделі, а також визначити степінь їх впливу на процес подрібнення.

Отже, з метою уточнення розробленої аналітичної моделі, а також проведення експериментальних досліджень було виготовлено експериментальну установку, яка дозволяє реалізувати процес подрібнення

текстильних матеріалів з можливістю врахування всіх факторів, які мають вплив на даний процес. Для забезпечення рівномірної дисперсності необхідно створити умови для захвату волокон потрібної дисперсності, які не залежать від параметрів роботи обладнання.

Так як основним показником процесу подрібнення є питома робота руйнування, то нам необхідно визначити величину цієї роботи в залежності від конструктивних і технологічних параметрів процесу, а саме: швидкість взаємодії інструменту з матеріалом, вид удару, товщина ножа, форма ножа і властивості матеріалу та волокон (модуль пружності, коефіцієнт Пуасона, коефіцієнт тертя, щільність матеріалу).

Параметром, який буде описувати всі ці фактори і пов'язувати їх з питомою роботою руйнування є робота, яка витрачається на подрібнення певного об'єму матеріалу. З експериментальних досліджень цю роботу можна визначити шляхом визначення потужності, яка витрачається за певний час на утворення певної дисперсії.

Для визначення оптимальних технологічних та конструктивних параметрів процесу подрібнення використовувалась чисельна методика, яку було реалізовано в програмному комплексі для нелінійного динамічного аналізу Impact, що базується на методі скінчених елементів. За допомогою представленої моделі, при проектуванні, визначаються всі існуючі параметри і фактори, що виникають під час взаємодії робочого органу з матеріалом. Представлена модель використовується для загального проектування молоткового подрібнюючого обладнання [2].

Було розроблено конструкцію подрібнюючого пристрою, проведено експериментальні дослідження, які підтверджують достовірність та адекватність математичної моделі та отримано регресійні залежності впливу конструктивно-технологічних факторів процесу вторинної переробки текстильних відходів [3]. Отримана методика розрахунку може бути використана при інженерних розрахунках молоткового подрібнюючого обладнання.

Бібліографія

[1] Скиба М.Є., Михайловський Ю.Б., Золотенко Е.О. Моделювання процесу руйнування текстильного матеріалу в молоткових подрібнювачах // Вісник Хмельницького національного університету. – 2006. – № 5. – С. 30-34.

[2] Скиба М.Є., Михайловський Ю.Б., Золотенко Е.О. Проектування молоткового подрібнювача для переробки текстильних відходів // Вісник Хмельницького національного університету. – 2007. – № 1. – С. 83-90.

[3] Спиридонов А. А. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов. Учебное пособие. – М.: Машиностроение, 1981. – 184 с.

УДК 621.726

ВПЛИВ РЕЖИМІВ ІОННОГО АЗОТУВАННЯ НА ЗНОСОСТІЙКІСТЬ ВАЖКО НАВАНТАЖЕНИХ ПІДШИПНИКІВ КОЧЕННЯ

Каплун П.В. к.т.н., доц.
Гончар В.А. к.т.н.
Донченко Т.В. к.е.н.
Хмельницький національний університет,
Україна roger_rgr@mail.ru

Підвищення зносостійкості і довговічності підшипників кочення є важливою задачею машинобудування. При експлуатації важко навантажених підшипників кочення в місцях контакту кульок з кільцями на доріжці кочення діють великі контактні напруження, що приводять до виникнення макропластичних деформацій на поверхні, зміни мікротвердості і утворення наклепу в поверхневих шарах матеріалу. Це негативно впливає на довговічність підшипників кочення. Під дією циклічного навантаження в структурі матеріалу виникають мікропластичні деформації, при вичерпані яких утворюються мікротріщини, що зростають зі збільшенням кількості циклів навантаження і приводять до руйнування поверхні кочення. Стримування макропластичних деформацій можна досягти збільшенням твердості матеріалу до певних меж, так як при цьому підвищується крихкість матеріалу.

Одним із перспективних напрямків підвищення зносостійкості і довговічності підшипників кочення є зміцнення поверхні матеріалу нанесенням дифузійних покриттів методами хіміко-термічної обробки і, зокрема, методом іонного азотування в безводневих середовищах. Даний метод забезпечує утворення на поверхні зміцнюючих шарів різної твердості та різного фазового складу і виключає шкідливий вплив водню на міцність матеріалу [1].

Проводилися експериментальні дослідження зносостійкості і довговічності кулькових упорних підшипників кочення серії 8205 (сталь ШХ15) в мастилі І-20 на спеціальному стенді при навантаженні на кульку 300Н (максимальні контактні напруження 3250 МПа). Кільця підшипників азотувалися в плазмі тліючого розряду в безводневих середовищах (сумішах азоту з аргоном) за різними технологічними режимами Технологічні параметри процесу азотування змінювалися в широких межах (температура азотування T = 480 – 600 °С; тиск в вакуумній камері P = 80 – 400 Па; час дифузійного насичення τ = 20 – 240 хв; вміст аргону в суміші з азотом Ar = 0 – 76%). В процесі досліджень вимірювалися знос та мікротвердість на доріжці кочення. Для скорочення кількості експериментів при дослідженні впливу зазначених вище технологічних параметрів на зносостійкість і довговічність підшипників було застосовано метод планування експериментів – 4-х факторний план другого порядку Хартлі [2], відповідно до якого азотування проводилося за 20 режимами. При цьому математична залежність зносостійкості підшипників від

технологічних параметрів процесу азотування описується рівнянням регресії , яке має вид:

$$\varphi(x) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 + \beta_{11} x_1^2 + \beta_{22} x_2^2 + \beta_{33} x_3^2 + \beta_{44} x_4^2 + \\ + \beta_{12} x_1 x_2 + \beta_{13} x_1 x_3 + \beta_{14} x_1 x_4 + \beta_{23} x_2 x_3 + \beta_{24} x_2 x_4 + \beta_{34} x_3 x_4 \quad (1)$$

де $\varphi(x)$ – функція відклику (вихідна змінна);

β_0, β_i, β_{ii}, β_{ij} – коефіцієнти рівняння регресії;

x_i, x_j – незалежні змінні величини (фактори).

Величина зносу в підшипниках кочення являє собою суму пластичної деформації поверхні матеріалу від контактного навантаження на кульку і зношування від проковзування кульок. Дослідженнями встановлено, що в упорних кулькових підшипниках серії 8205 при навантаженні на кульку 300 Н і коловій швидкості рухомого кільця 1,2 м/с коефіцієнт проковзування складає 0,054, а швидкість проковзування 0,054 м/с.

Дослідження показали, що інтенсивність зношування підшипників після різних режимів азотування змінювалася в широких межах від $6{,}52 \cdot 10^{-11}$ до $16{,}96 \cdot 10^{-11}$. При цьому мікротвердість, товщина та фазовий склад азотованих шарів теж змінювалися в широких межах і в залежності від їх величини і співвідношення ми одержували різну довговічність підшипників від $22{,}5 \cdot 10^6$ до $29{,}6 \cdot 10^6$ циклів. Це свідчить про те, що властивості азотованого шару можна оптимізувати для одержання максимальної зносостійкості і довговічності підшипників кочення.

На основі експериментальних даних одержана емпірична залежність (2) інтенсивності зношування упорних підшипників кочення із сталі ШХ15 від технологічних параметрів процесу іонного азотування та знайдено оптимальний режим азотування (T = 600°C; P = 200 Па; τ = 240 хв; середовище 43%N_2+57%Ar), що забезпечив мінімальну інтенсивність зношування I = $3{,}45 \cdot 10^{-11}$.

$$I = (16 - 2{,}8x_1 - 1{,}8x_2 - 5{,}0x_3 - 5{,}3x_4 - 0{,}14x_1^2 + 6{,}6x_2^2 + 3{,}8x_3^2 + 7{,}5x_4^2 + \\ + 6{,}1x_1 x_2 - 5{,}3x_1 x_3 - 0{,}5x_1 x_4 + 7{,}7x_2 x_3 - 11{,}9x_2 x_4 - 1{,}9x_3 x_4)10^{-11} \quad (2)$$

де $x_1 = \frac{(T-540)}{60}$; $x_2 = \frac{(P-240)}{160}$; $x_3 = \frac{(\tau-130)}{110}$; $x_4 = \frac{(Ar-38)}{38}$.

На основі проведених нами фактографічних досліджень встановлено, що руйнування поверхні кочення зразків з покриттями при їх багато цикловому випробуванні на тертя кочення з проковзуванням відбувається в результаті викрихчення і відшарування частинок матеріалу поверхневого шару, які, об’єднуючись, утворюють раковини глибиною 150–160 мкм. У зв’язку з цим поверхня кочення швидко руйнується і стає непридатною до подальшої експлуатації (катастрофічне руйнування). Під дією великих навантажень величина зносу від пластичної деформації є переважаючою в сумарному

зношуванні при коченні з проковзуванням. Руйнування доріжки кочення відбувається у результаті втоми поверхневих шарів композиції “покриття-основа” під дією циклічного навантажень з великою частотою.

У азотованих шарах загартованої сталі ШХ15 у початковий період (до $0{,}01 \cdot 10^6$ циклів) відбувається перебудова структури поверхні азатованого шару, що приводить до часткового (до 15%) пониження твердості. При подальшому циклічному навантаженні відбувається ущільнення структури поверхневого шару і підвищення його мікротвердості до максимального значення, що на 10–15% перевищує мікротвердість поверхні до початку випробувань. Така мікротвердість зберігається до початку руйнування.

Слід відзначити,що на величину пластичної деформації при дії нормального навантаження великий вплив має твердість основи, на яку опирається азотований шар. При малій твердості основи і великому навантаженні на тіла кочення різко збільшується пластична деформація поверхні кочення, що обумовлює швидке руйнування азотованого шарую. Це підтверджується при азотуванні сталей без попередньої термічної обробки. Загартовані сталі при азотування одержують високотемпературний відпуск, при якому зменшується твердість серцевини, що приводить до зменшення ефекту від азотування. Зокрема, мікротвердість серцевини загартованої сталі ШХ15 після іонного азотування при температурі 570°С зменшилася з 7100 МПа до 5900 МПа, що обумовило збільшення пластичної деформації і інтенсивності зношування на доріжці кочення при режимах азотування з малою товщиною та малою твердістю азотованого шару.

На величину пластичної деформації та на величину і швидкість зміни мікротвердості на поверхні суттєво впливають фізико-механічні характеристики покриття (товщина, мікротвердість, градієнт мікротвердості по глибині та фазовий склад азотованого шару). Ці кінетичні показники зменшуються з підвищенням мікротвердості та товщини покриття і зменшенням градієнта твердості по глибині. Відомо, що з підвищенням твердості збільшується крихкість. Тому для кожного виду покриттів є оптимальне співвідношення твердості і пластичності, при якому не відбувається крихкого руйнування при коченні в конкретних умовах експлуатації. Нашими дослідженнями встановлено, що для азотованих дифузійних покриттів при випробуванні в середовищі мастила таке співвідношення досягається при мікротвердості поверхневого шару 7600–7800 МПа і відсутності моношару крихкої ε-фази. Оптимальний технологічний режим азотування, що забезпечив максимальну зносостійкість досліджуваних підшипників кочення, дав такі властивості азотованого шару: мікротвердість поверхні 7800 МПа, товщину 350 мкм,фазовий склад 28% ε-фази +54%γ' +18%α_{Fe}.

Таким чином проведені дослідження показали, що іонне азотування в безводневих середовищах суттєво зменшує інтенсивність зношування і в 1,25 рази підвищує довговічність підшипників кочення при азотуванні за оптимальним технологічним режимом в порівнянні з не азотованими.

Бібліографія

[1] Каплун В.Г, Ионное азотирование в безводородных средах / В.Г. Каплун П.В. Каплун // Хмельницький – ХНУ.– 2015.–344с.
[2] Красовский Г.И. Планирование эксперимента. //Минск: Изд. БГУ, -1982, 302 с.

УДК 685.34

РОЗРОБКА МОДУЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ УНІВЕРСАЛЬНОГО ВЗУТТЯ ВИРОБНИЧОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Козловська Л.В., аспірант.
Домбровський А.Б., доц.
Михайловська О.А., доц.
Хмельницький національний університет
moksanam@meta.ua

Складовою частиною промисловості України є харчові виробництва з агресивним середовищем, де і в теперішній час використовується в основному гумове взуття та взуття з верхом із «кірзи», що не відповідає нормам, встановленим державою, та призводить до виникнення і розвитку професійних захворювань, оскільки комплекс небезпечних і шкідливих чинників різних харчових виробництв становлять: підвищена вологість повітря, постійний контакт робітників з водою, жиром, молочною кислотою, та іншими кислотами, коливаннями температури від +18 - 20 °С до 5-10 °С, а подекуди і нижче [4, 5]. Проте, для багатьох підприємств є неможливим придбання високоякісного імпортного, але водночас дороговартісного взуття.

У зв’язку з цим актуальним є питання розробки сучасного вітчизняного спеціального взуття, яке було б універсальним і враховувало специфіку умов харчових промислових виробництв з агресивним середовищем та надійно захищало стопу людини від багатьох шкідливих виробничих факторів.

Аналіз сучасного стану розробки вітчизняного універсального взуття виробничого призначення [1, 2, 3], зокрема - для харчових промислових виробництв, зумовив розробку конструкції (рис.1), для якої характерно:

- відсутність конструктивних членувань в нижній частині взуття, яка найбільше контактує з вологим кислотним середовищем, що забезпечує відсутність наскрізних проколів від утворення ниткових швів;
- застосування для деталей верху взуття новітніх матеріалів, а саме шкіри нубук-ойл, яка має необхідні показники фізико-механічних та гігієнічних властивостей;
- матеріали деталей низу, що пропонуються, а також конструктивні особливості підошви, забезпечують стійкість взуття до ковзання по вологій поверхні та захист від вологого і холодного середовища, стійкі до дії агресивних речовин, разом з тим мають амортизаційні властивості, створюючи зручність та комфортність для стопи;

- взуття, в залежності від умов виробництва, може трансформуватися по ступені закритості, шляхом приєднання чи зняття окремих модулів, при цьому забезпечуючи захист стопи і гомілки;
- метод кріплення підошви з верхом взуття – клейовий або литтьовий, що забезпечує герметичність з'єднання – тобто вологонепроникність;
- зручність зняття-одягання та експлуатації взуття забезпечується конструктивними прийомами проектування та застібками, що дозволяють регулювати ступінь прилягання до гомілки;
- можливість застосування проміжних прошарків деталей верху, що поглинають внутрішню вологу.

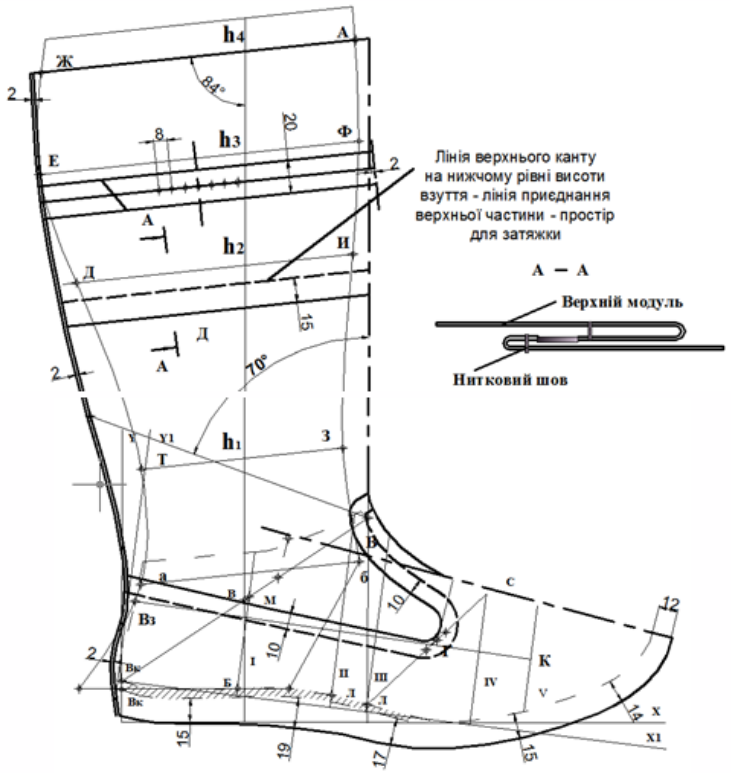


Рис. 1 – Розроблена модульна конструкція універсального взуття виробничого призначення

Бібліографія

[1] ДСТУ 3835-98. Взуття спеціальне з верхом із шкіри для захисту від механічного діяння. Технічні умови. – К.: Держстандарт України, 1998.

[2] ДСТУ 3962-2000. Взуття спеціальне з верхом із шкіри для захисту від нафти, нафтопродуктів, кислот та лугів, нетоксичного та вибухонебезпечного пилу. Технічні умови. – К.: Держстандарт України, 2000.

[3] ISO 8782-1:1998 «Safety, protective and occupational footwear for professional use Part 1: Requirements and test methods» (Взуття безпечне, захисне та робоче виробничого призначення. Частина 1. Вимоги і методи випробувань). – К.: Держспоживстандарт України, 2003.

[4] Состояние безопасности труда в мире // Охрана труда. - №11. – С.17-29.

[5] Александров С.П., Лазарева Д.В. Повышение качества и конкурентоспособности отечественной спецобуви // Кожев.-обув. пром-сть. – 2008. № 6. с. 34-37.

УДК 669.295:621.785

ВПЛИВ РЕЖИМУ АЗОТУВАННЯ ПІД ЧАС КОМБІНОВАНОЇ ОБРОБКИ НА ЗНОСОТРИВКІСТЬ ТИТАНОВОГО СПЛАВУ ВТ22

Лаврись С.М. аспірант, serhiy-92@yandex.ua
ФМІ ім. Г.В. Карпенка НАН України, Україна

Титан та його сплави з кожним роком розширюють область свого застосування як у машинобудуванні, так і в авіаційній промисловості, що пояснюється відмінним поєднанням їх властивостей, таких як: висока питома міцність, корозійна тривкість та низький поріг холодноламкості. Проте титанові сплави мають і ряд недоліків: висока вартість, низька поверхнева твердість і зносотривкість. Останні два фактори обмежують застосування титанових сплавів для роботи в умовах контактних навантажень і тертя. Антифрикційні властивості титанових сплавів можна підвищити за рахунок поверхневого зміцнення деталей шляхом удосконалення відомих та створення нових зміцнюючих технологій [1-3]. У цьому аспекті великого значення набуває розробка комбінованих методів, які б, зберігаючи переваги відомих методів зміцнюючої обробки, одночасно усували їх недоліки. Одна із перспективних технологій комбінованої зміцненої обробки є поєднання попереднього холодного поверхневого пластичного деформування (ХППД) з наступним термодифузійним насиченням поверхні азотом (ТДА) [4].

В якості ХППД було вибрано метод обкочування алмазною кулькою за навантаження 200 Н у 7 проходів [5]. Наступне азотування суміщали з термічною обробкою сплаву ВТ22, подаючи азот в температурно-часовому режимі штатної термічної обробки сплаву 820 С, 1 год + 750°С, 3 год (режим 1), та 750 С, 3 год (режим 2) [6].

Рівень поверхневого зміцнення після кожної технологічної операції визначали за допомогою мікротвердоміра ПМТ-3М за навантаження на індентор 0,49 Н. Шорсткість поверхні, а саме параметр R_a, вимірювали на профілометрі моделі 170621.

Триботехнічні випробування зміцненого титанового сплаву проводили на серійній установці СМЦ-2 за схемою “диск – колодка”. Контртіло виготовляли з деформівної бронзи БрАЖН 10-4-4. В якості мастильної речовини використовували гідрорідину АМГ-10. Питоме навантаження становило 0,6 МПа. Інтенсивність зношування пар тертя визначали ваговим методом.

Позитивний вплив ХППД підтверджується якістю поверхні титанового сплаву ВТ22. Квалітет чистоти поверхні після обкочування збільшується в порівнянні з вихідним на 7 класів. При цьому рівень поверхневого зміцнення підвищується і встановлюється на рівні 4,8 ГПа. Наступне азотування за обома режимами погіршує якість оброблюваної поверхні, проте збільшує її мікротвердість. Слід зазначити, що зі збільшенням температурно-часових параметрів азотування (режим 1 проти режиму 2) збільшується поверхнева

твердість матеріалу (7,1 ГПа проти 6,1 ГПа) за погіршення якості поверхні (0,39 мкм проти 0,25) (табл. 1).

Таблиця 1. Параметр шорсткості та мікротвердість поверхні сплаву ВТ22 після комбінованої обробки.

Режим ТДА	R_a , мкм			$H_{0,49}$, ГПа		
	Вихідна	ХППД	ХППД+ТДА	Вихідна	ХППД	ХППД+ТДА
Режим 1	4,00	0,19	0,39	3,2	4,8	7,1
Режим 2		0,19	0,25		4,8	6,1

Рентгенівський фазовий аналіз показав, що насичення азотом на першому та другому ступені термічної обробки (режим 1) чи лише на другому ступені (режим 2) не впливає на фазовий склад поверхневих шарів сплаву. Незалежно від режиму азотування на поверхні ВТ22 формується плівка нижчого нітриду титану Ti_2N, про що свідчить присутність рефлексів цієї фази у дифракційному спектрі. Зменшення інтенсивності ліній нітридної фази у поверхневому дифракційному спектрі вказує на гальмування нітридоутворення на поверхні під час переходу від режиму 1 до режиму 2.

Після проведених триботехнічних випробувань досліджувані диски практично не змінили своєї маси після тертя (± 0,0002 г), що свідчить про хороші антифрикційні властивості їх поверхні. При цьому контртіло, котре працювало в парі з титановим диском, зміцненим за режимом 1, має більшу величину зносу у порівнянні з контртілом, яке працювало з диском, зміцненим за режимом 2 (0,0127 г проти 0,0035 г відповідно).

Таким чином, зменшення температурно-часових параметрів азотування титанового диску (перехід від режиму 1 до режиму 2) призводить до зменшення інтенсивності зношування контртіл у трибопарі в ~3,5 рази. Це обумовлено тим, що під час азотування на титанових сплавах формується характерний поверхневий рельєф. При терті нітридних поверхонь плямами фактичного контактування виступають мікровиступи нітриду, які схоже до абразиву проорюють більш м’яку поверхню контртіла, залишаючи борозни. Із збільшенням температурно-часових параметрів азотування посилюється поверхневий рельєф та збільшується твердість нітридного шару, а отже, збільшується і кількість плям фактичного контактування, і зростає їх абразивний ефект у даних трибопарах.

В процесі триботехнічних випробувань фіксували кінетику зміни коефіцієнта тертя та температури в околі зони тертя. Найнижчим коефіцієнтом тертя характеризується трибопара, диск якої азотували за режимом 2. При збільшенні температурно-часових параметрів азотування (режим 1) коефіцієнт тертя у трибопарі зростає на порядок. Окрім цього, внаслідок різної шорсткості поверхонь тертя, азотування за режимом 2 забезпечує практично вдвічі менший період припрацювання трибопари порівняно з азотуванням за режимом 1.

Максимальне підвищення температури в околі зони тертя відбувається в період припрацювання трибоспряжень та не перевищує 35°С. На ділянці стабільного зношування ця температура встановлюється на рівні 29°С та 21°С відповідно до комбінованої обробки, де азотування деформаційно зміцнених поверхонь сплаву ВТ22 проводили за режимом 1 та режимом 2.

Висновки

Азотування деформаційно зміцненого сплаву ВТ22, суміщене зі штатною термічною обробкою сплаву, забезпечує підвищення твердості поверхневого шару матеріалу та погіршення якості обробленої поверхні.

Під час тертя за питомого навантаження 0,6 МПа у парі з БрАЖН 10-4-4 у гідрорідині АМГ-10 насичення азотом на другому ступені штатної термічної обробки сплаву ВТ22 (режим 2) в 3,5 рази зменшує інтенсивність зношування порівняно з насиченням азотом на першому ступені (режим 1), забезпечуючи на етапі стабільного зношування нижчі коефіцієнти тертя (0,03 проти 0,94) та температуру в зоні тертя (21ºС проти 29°С).

Біблографія

[1] Духота О.І. Проблемні питання використання титанових сплавів у вузлах тертя авіаційної техніки / О.І. Духота, М.В. Кіндрачук, В.Ф. Лабунець // Проблеми тертя та зношування: наук.-техн. зб.–К.: НАУ, 2008.–Вип.49. – с. 14–26.

[2] Хорев А.И., Хорев М.А. Титановые сплавы: применение и перспективы развития // Титан. – 2005. – №1. – С. 40 – 53.

[3] Механіка руйнування і міцності матеріалів: Довідн. Посібник / Під заг. ред. В.В. Панасюка. Т. 9: Міцність і довговічність авіаційних матеріалів та елементів конструкцій / О.П. Осташ, В.М. Федірко, В.М. Учанін, С.А. Бичков, О.Г. Моляр, О.І. Семенець, В.С. Кравець, В.Я. Дереча. Під. ред. О.П. Осташа, В.М. Федірка. – Львів: Вид-во “Сполом”, 2007. – 1068 с.

[4] Посвятенко Е.К. Холодне пластичне деформування як метод прискорення азотування / Е. К. Посвятенко, В. В. Алєксєєв // Управління проектами, системний аналіз і логістика. Технічна серія. - 2012. - Вип. 9. – С. 157-161.

[5] 5.Шейкін С.Є., Єфросинін Д.В., Ростоцький І.Ю. Зміна стану поверхневого шару під час накатування сплавів ВТ 1-0 і ВТ 22 інструментом з алмазного композиційного термостійкого матеріалу // Физика и техника высоких давлений. – Том 21, № 1. – Київ: ІНМ НАН України. – 2011. – С. 134 –139.

[6] Пат. 9692 України. Спосіб обробки титанового сплаву. / В.М. Федірко, І.М. Погрелюк, В.А. Трофімов, О.Г. Моляр, Т.М. Кравчишин. – №u200502148; Заявл. 09.03.2005; Опубл. 17.10.2005, Бюл. №10.

УДК 669.295:621.785

ОСОБЛИВОСТІ ТОПОГРАФІЇ ПОВЕРХНІ ТИТАНУ ПІСЛЯ ХІМІКО-ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ

Лаврись С.М. аспірант, serhiy-92@yandex.ua
Стасишин І.В. аспірант, ihorgo@hotmail.com
ФМІ ім. Г.В. Карпенка НАН України, Україна
Пеньковий О.В. студент 4 курсу, ol.pn.300895@gmail.com
НУ “Львівська політехніка”, Україна

Титан – це один із перспективних конструкційних матеріалів, який використовується в різних галузях промисловості. Особливістю титану є низькі триботехнічні характеристики, які підвищують методами хіміко-термічної

обробки (ХТО) [1]. Системи параметрів якості оброблювальної поверхні зазвичай впливають на процеси термодифузійного насичення. Розрізняють три групи параметрів: мікрогеометричні (шорсткість, субмікрошорстість), макрогеометричні (хвилястість), фізико-механічні (твердість, модуль Юнга, структура, фазовий та хімічний склади, густина дислокацій та інше), які, в кінцевому випадку, будуть визначати такі експлуатаційні властивості, як довговічність, зносостійкість, надійність, корозійну тривкість і т.п. [2].

Одним з найважливіших геометричних параметрів якості є шорсткість поверхні. Її вплив на процеси термодифузійного насичення обумовлений тим, що різна вихідна шорсткість визначає різну площу активної поверхні, яка взаємодіє з елементами втілення, інтенсивність цієї взаємодії, а отже, і товщину зміцненого шару, його будову, фазовий склад, величину і характер розподілу залишкових напружень. Слід зазначити і зворотній вплив процесу ХТО на якість поверхні внаслідок утворення в поверхневому шарі зміцнюючих фаз з різними висотними параметрами шорсткості поверхні [3].

Практична значимість отриманих результатів про вплив процесу ХТО на якість поверхні проявляє себе особливо в тих випадках, коли умови експлуатації зміцненої поверхні виробів дозволяють використовувати їх без подальшої механічної обробки. У зв'язку з цим оцінка впливу вихідної шорсткості на процес ХТО та впливу термодифузійного насичення на шорсткість поверхні має як теоретичне, так і практичне значення. Знаючи як впливає та чи інша ХТО на якість поверхні, можна прогнозувати, яку вихідну шорсткість повинна мати деталь, для того, щоб після ХТО її шорсткість не входила за межі допустимого квалітету чистоти (була фінішною обробкою).

Досліджували зразки з титанового α-сплаву Grade 2 (аналог сплаву ВТ1-0), поверхню котрих попередньо полірували. В якості ХТО були вибрані процеси азотування та борування, які використовуються для поверхневого зміцнення деталей з титанових сплавів [4]. Термодифузійне насичення проводили за температури 750 ^{o}C впродовж 5 годин [5]. Рівень поверхневого зміцнення після кожної технологічної операції визначали за допомогою мікротвердоміра ПМТ-3М за навантаження на індентор 0,49 Н.

Топографію поверхні аналізували за допомогою інтерферометра Тваймана-Гріна методом двохкрокової фазозсувної інтерферометрії з використанням алгоритму реконструкції рельєфу поверхні, який базувався на модифікованому алгоритмі обробки інтерферограм з довільним фазовим зсувом [6]. Отримана площа інтерферограм з фотоприймача становила 4 мм^2. Топографію поверхні матеріалу оцінювали за дво- та трьохвимірними характеристиками згідно стандартів ГОСТ Р ИСО 4287-2014 та ISO 4287-1997.

Рівень поверхневого зміцнення після ХТО підвищується в порівняні з вихідним. Найвищий він для борованого титану 5,7 ГПа, а для азотованого – 3,2 ГПа. Це свідчить про те, що за вказаного температурно-часового режиму, кращим з точки зору поверхневого змінення титану, а отже і з позицій трибології, є процес борування.

Таблиця 1. Шорсткість поверхні після різних технологічних процесів

Обробка	Параметри шорсткості поверхні, мкм										
	Двохвимірні							Трьохвимірні			
	R_a	R_{max}	R_{vm}	R_{pm}	S_m	S	t_p	S_a	S_q	S_{sk}	S_{ku}
Полірування	0,059	0,331	0,14	0,13	0,03	0,03	0,49	0,057	0,073	0,03	1,16
Борування	0,094	0,583	0,21	0,19	0,02	0.02	0,61	0,098	0,126	-0,08	0,12
Азотування	0,157	0,767	0,32	0,31	0,03	0,03	0,54	0,152	0,192	-0,09	-0,19

Аналіз таблиці 1 показує, що термодифузійне насичення титану чи то азотом, чи то бором збільшує шорсткість поверхні порівняно з поліруванням. Так, після борування параметр R_a збільшується приблизно в 2 рази, а після азотування – в 3 рази. Це зв’язано з тим, що після термодифузійного насичення на поверхні формується новий мікрорельєф, де новими піками будуть виступати нітридні та боридні фази. Слід зазначити, що ХТО збільшує глибину впадин та висоту піків шорсткості поверхні, які неоднозначно впливають на триботехнічні характеристики поверхні. А саме, чим більша глибина впадин, тим краще поверхня буде втримувати мастило під час тертя, проте чим більша висота піків, тим більші будуть втрати матеріалу під час припрацювання. Щодо борування, то крокові значення топографії поверхні зменшуються.

Визначали відносну опорну довжину профілю t_p після кожної технологічної операції за їх відносною опорною кривою профілю – кривими Аббота. Після термодифузійного насичення опорна довжина профілю збільшується. Таке збільшення t_p, зазвичай, свідчить про кращі триботехнічні властивості таких поверхонь, особливо в період їх припрацювання.

Ще одним істотним параметром шорсткості поверхні, який буде визначати поведінку матеріалу в контакті, є асиметрія поверхні. Рівномірний асиметричний розподіл мікронерівностей для Гауссових поверхонь має становити S_{sk} = 0. В нашому випадку поверхні після кожної технологічної операції відповідають нормальному рівномірному розподілу. Слід зазначити, що ХТО зсуває значення асиметрії в від’ємну зону, вказуючи на те, що на поверхнях переважають мікронерівності з глибокими впадинами, які виділяються від середньої лінії.

Іншою важливою характеристикою шорсткості поверхні є ексцес S_{ku}, який виступає мірою вершини розподілу висоти на поверхні. Для поверхні Гаусса S_{ku} = 3; поверхні з S_{ku} < 3 мають вузький і високий пік функції розподілених нерівностей, а при S_{ku}> 3 - широкий і низький. Аналізуючи результати табл.1, до Гауссової поверхні за критерієм S_{ku} = 3, можна віднести поверхню після полірування (S_{ku} = 1,16). Термодифузійне насичення суттєво збільшує ширину і висоту піків (S_{ku} < 3). Комбінацією асиметрії і ексцесу можна ідентифікувати поверхні, які мають відносно однакові максимальні і мінімальні точки екстремуму.

Зіставляючи значення параметрів шорсткості поверхні, які отримують під час дво- і тривимірних вимірів, можна відзначити їх аналогічний характер зміни при переході від однієї обробки до іншої. Для однакових поверхонь в кількісному відношенні вони істотно відрізняються. Це пов'язано з тією обставиною, що при тривимірному аналізі топографії поверхні різко зростає

локальність дослідження (в нашому випадку досліджувана область склала 2х2 мм), забезпечуючи отримання висотних параметрів, що відрізняються на порядок у порівнянні з їх двомірними аналогами. Аналогічний висновок був зроблений в роботі [2].

Бібліографія

[1] Fritz Appel, Jonathan D. H. Paul, Michael Oehring. – Gamma Titanium Aluminide Alloys: Science and Technology – WILEY-VCN, 2011. –762 p.

[2] Топографические особенности поверхности стальных изделий после различных технологических воздействий / С.С.Дьяченко, И.В.Пономаренко // Прогресивні технології і системи машинобудування.–2014.–№ 1.–С. 128-137.

[3] Порошин В.В. Основы комплексного контроля топографии поверхности деталей: монография / В.В. Порошин. – М.: Машиностроение-1, 2007. – 196 с.

[4] Механіка руйнування і міцності матеріалів: Довідн. Посібник / Під заг. ред. В.В. Панасюка. Т. 9: Міцність і довговічність авіаційних матеріалів та елементів конструкцій / О.П. Осташ, В.М. Федірко, В.М. Учанін, С.А. Бичков, О.Г. Моляр, О.І. Семенець, В.С. Кравець, В.Я. Дереча. Під. ред. О.П. Осташа, В.М. Федірка. – Львів: Вид-во “Сполом”, 2007. – 1068 с.

[5] Chemico-thermal treatment of titanium alloys – Nitriding / I. Pohrelyuk, V, Fedirko // Titanium Alloys – Towards Achieving Enhanced Properties for Diversified Applications (Chapter 7), Book edited by Prof. Dr. Akm Nurul Amin. – InTech, 2012. – P. 141-174.

[6] Muravsky L.I., Kmet' A.B., Voronyak T.I. Retrieving the relief of a low-roughness surface using a two-step interferometric method with blind phase shift of a reference wave // Opt. Lasers Eng. – 2012. – 50, N 11. – P. 1508–1516.

УДК 621.785.532

ПОВЕРХНЕВЕ ЗМІЦНЕННЯ ТИТАНОВОГО СПЛАВУ ВТ3-1 АЗОТУВАННЯМ В ТЛІЮЧОМУ РОЗРЯДІ

Мавлютов В.С., студент 4-го курсу
Машовець Н.С., к.т.н., доц., mashovetsns@ukr.net
Хмельницький національний університет

Титан серед інших металів виділяється високою міцністю при кімнатній температурі та підвищених температурах, хорошою корозійною стійкістю та рядом інших цінних якостей.

Зміцнення характеризується ступенем зміцнення - показником відносного підвищення значення заданого параметра опору матеріалу руйнуванню чи залишковій деформації у порівнянні з його вихідним значенням в результаті обробки, а також глибиною зміцнення. Зміцнення сплавів за видом технології поділяють на термічне, механічне, хіміко-термічне і комбіноване.

Для модифікації поверхні титанових сплавів використовували метод хіміко-термічної обробки – низькотемпературне азотування в тліючому розряді в безводневому середовищі. Азотування проводилося на експериментальній установці “УАТР-1”. Установка для азотування в тліючому розряді в безводневих середовищах розроблена Подільським науковим фізико-

технологічним центром (ПНФТЦ) в Хмельницькому національному університеті.

Для досліджень використовували (α+β) сплав титану марку ВТ3-1. Вимірювання мікротвердості на поверхні азотованих титанових сплавів та розподілу мікротвердості по перерізу поверхневих шарів азотованих зразків проводили за допомогою мікротвердоміра ПМТ-3, використовуючи при цьому навантаження 100 г.

Фізико-механічні характеристики азотованого шару керуються 4-ма технологічними параметрами: температурою (T, ^{0}C), тиском в вакуумній камері (P, Па), складом насичуючого середовища (Ar, об.%), і тривалістю дифузійного насичення (τ, хв).

В залежності від режимів азотування мікротвердість змінювалась від 5800 МПа до 9050 МПа, в той час як мікротвердість неазотованого зразка рівна 3600 МПа.

На рис.1. наведені графіки зміни мікротвердості поверхні титанового сплаву ВТ3-1 в залежності від кожного з параметрів T, P, τ, Ar об.% технологічного режиму азотування в тліючому розряді, при постійних значеннях трьох інших. Для аналізу вибрано режим - температура поверхні 620 ^{0}C, тиск 240 Па, тривалість азотування 130 хв., газове середовище за об'ємом - азот 04%, аргон 96%,, який забезпечив максимальну твердість поверхневого шару в процесі експериментальних досліджень без зміни мікроструктури титанового сплаву.

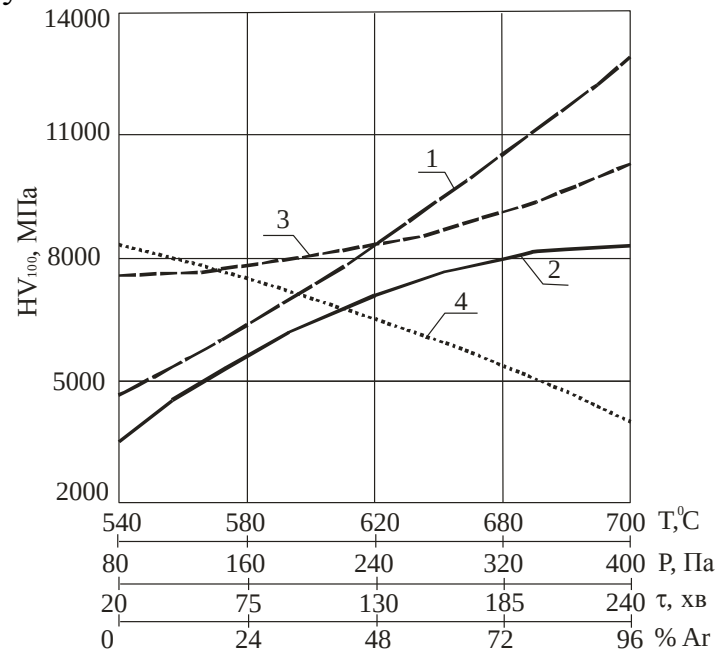


Рис.1. Залежність мікротвердості поверхні титанового сплаву ВТ3-1 від технологічних параметрів азотування в тліючому розряді:
1 – $HV_{100} = f(T)$ при P = 80 Па, τ = 240 хв, Ar = 48; 2 - $HV_{100} = f(\tau)$ при P = 80 Па, T = 620 ^{0}C, Ar = 48; 3 - $HV_{100} = f$(Ar %) при P = 80 Па, τ = 240 хв, T = 620^{0}C; 4 - $HV_{100} = f$(P) при T = 620^{0}C, τ = 240 хв, Ar = 48 об.%.

З рис.1. видно, що мікротвердість поверхні сплаву ВТ3-1 зростає зі збільшенням температури азотування, часу дифузійного насичення і об'ємного

вмісту аргону в насичуючому середовищі і зменшується при збільшенні тиску в вакуумній камері.

Висновок

Застосування низькотемпературного азотування в тліючому розряді дозволяє підвищити фізико-механічні характеристики та зберегти властивості серцевини вихідного матеріалу. Змінюючи технологічні параметри процесу азотування в тліючому розряді можна керувати властивостями поверхневих шарів в широких межах.

Бібліографія

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

[2] Ионная химико-термическая обработка сплавов / [Арзамасов Б. Н., Братухин А. Г., Елисеев Ю. С., Панайоти Т. А.]. – М.: Изд-во МГТУ им Н. Э. Баумана, 1999. – 400 с.

УДК 004.912

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ТЕРМІНІВ У ЕЛЕКТРОННИХ ТЕКСТАХ

Мазурець О.В., старший викладач,
exechong@gmail.com
Хмельницький національний університет, Україна

Засобом реалізації дистанційної освіти є інформаційні технології, що визначає необхідність суттєвої формалізації та стандартизації навчального процесу. Загальноприйнятим є підхід застосування навчальних матеріалів у вигляді цифрових документів визначеної структури як інструменту навчання, й тестів як інструмента контролю рівня отриманих знань.

Автоматизація процесу розробки тестових завдань дозволяє суттєво розширити спектр застосування й якість тестового матеріалу [1]. Для досягнення цієї мети основним завданням є автоматизований пошук ключових термінів у контенті матеріалу, що вивчається, оскільки саме терміни є семантичними об’єктами вивчення та перевірки.

Знайдені терміни є базовими вузлами для автоматизованої побудови семантичних конструкцій, що використовуються для формування контенту тестових завдань. Метод генерації тестових завдань (параметризовані тести, семантичні мережі, понятійно-тезова модель) визначає спосіб формування контенту тестових завдань на основі одержаного переліку термінів навчального матеріалу.

Задачу автоматизації визначення семантичних термінів у контенті навчальних матеріалів пропонується вирішувати шляхом використання розробленої інформаційної технології, яка включає наступні етапи перетворення інформації (рис. 1):

- попередня технічна обробка тексту, що полягає в усуненні

неоднозначного іменування термінів та обробці розділових знаків;

- пошук ключових слів у контенті навчального матеріалу методом на базі дисперсійного оцінювання [2] й формування вихідної множини ключових слів;
- пошук неперервних скупчень важливих слів та їх аналіз з метою формування вихідної множини ключових словосполучень;
- заміщення словосполученнями слів, які є елементами словосполучень й формування вихідної множини термінів.

Рисунок 1 – Схема інформаційної технології автоматизованого визначення семантичних термінів у контенті навчальних матеріалів

Вхідними даними для інформаційної технології є контент навчальних матеріалів або його визначена частина; вихідними даними є ранжована множина семантичних термінів навчальних матеріалів.

З метою перевірки ефективності розробленої інформаційної технології було проведене порівняння результату автоматизованого визначення ключових семантичних термінів із переліком, сформованим експертом (автором відповідних матеріалів).

Аналіз отриманих результатів виявив, що відсутність програмно визначених термінів у множині автора не завжди характеризує недолік запропонованої технології. Деякі семантично важливі терміни автори суб'єктивно ігнорують, в той час як іншу категорію складають поняття, на яких автори акцентують надмірну увагу попри їх другорядність в рамках матеріалу, що викладається. Тому для різносторонньої оцінки результатів дослідження слід розглядати не тільки терміни із множини експерта, що не були знайдені програмно, а й автоматично знайдені терміни, які не увійшли до множини експерта.

В рамках дослідження розробленим тестовим програмним забезпеченням було оброблено вибірку з 30 лекцій із різних навчальних курсів. Практичне тестування розробленої інформаційної технології [3] виявило її середню ефективність 87,3%, показавши при цьому мінімальну ефективність 65,1% та максимальну – 100%.

Висока ефективність запропонованої технології надає підставу до її практичного застосування у вирішенні ряду актуальних задач, таких як автоматизоване формування тестових завдань, оцінка відповідності навчальних матеріалів змістовим вимогам, оцінка відповідності наборів тестових завдань навчальним матеріалам, автоматизована генерація переліків ключових термінів та анотацій.

Бібліографія

[1] Снитюк В.Е., Юрченко К.Н. Интеллектуальное управление оцениванием знаний. − Черкассы, 2013. − 262с.

[2] Ventura, J. & Silva, J. (2007). New Techniques for Relevant Word Ranking and Extraction. In Proceedings of 13th Portuguese Conference on Artificial Intelligence, Springer-Verlag, pp. 691-702.

[3] Бармак О.В., Мазурець О.В. Інформаційна технологія автоматизованого визначення термінів у навчальних матеріалах // Міжнародний науково-технічний журнал «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах» – Хмельницький, 2015. – №2. – С.94–102.

УДК 620.193.16

КАВІТАЦІЙНО-ЕРОЗІЙНА ЗНОСОСТІЙКІСТЬ УДАРОМІЦНИХ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ В КОРОЗІЙНО-АКТИВНИХ СЕРЕДОВИЩАХ

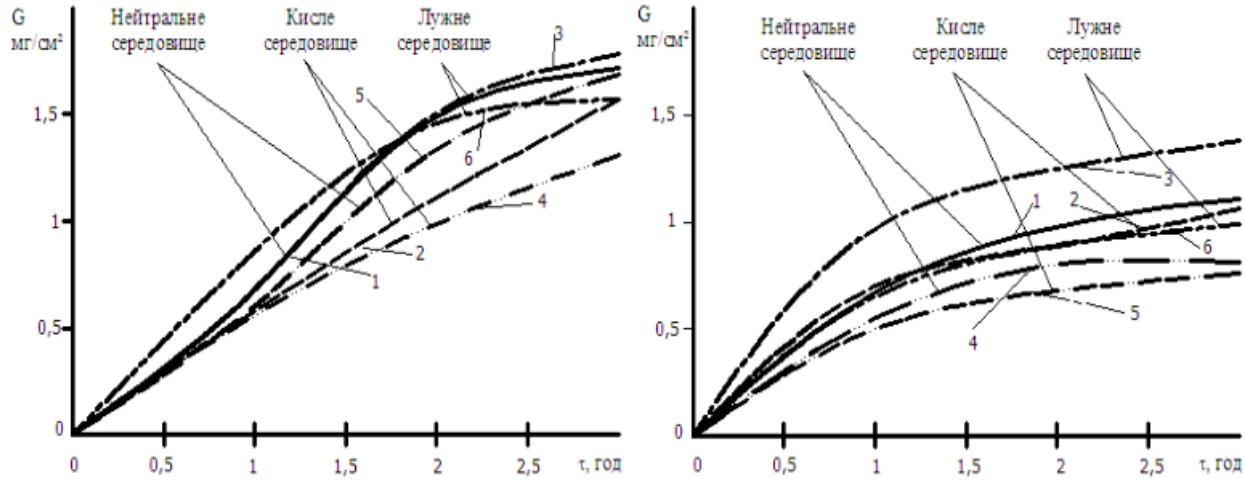
Мартинюк А.В., к.т.н, доц.
Білик Ю.М., к.т.н., доц.
Мельник В.В., ст.гр.ОХВмб-11
Хмельницький національний університет

Серед величезної кількості пластмас ударостійні, пластмаси внаслідок своїх механічних і теплофізичних характеристик виділені в окрему групу і їхнє застосування невпинно поширюється [1]. Поряд з цим здійснюється створення

нових композицій, розробляються нові методи оцінки їх міцності та довговічності при різних видах навантажень в різних середовищ, тощо [1]. Більшість досліджень присвячена вивченню зносостійкості пластмас при терті, а робіт присвячених вивченню кавітаційно-ерозійної зносостійкості цих полімерів недостатньо.

У роботі досліджені наступні удароміцні полімерні композиції: фторопласт Ф4С15 і поліпропілен УДС-1М. Для порівняння досліджували фторопласт Ф4 та поліпропілен 21060.

Випробування на зносостійкість при кавітації проводили на ультразвуковому генераторі УЗДН-А який комплектується магнітострикційним вібратором (МСВ) з вузлом кріплення зразка встановленого в ємності для робочих середовищ. Зазор між торцями МСВ і зразка складав 0,6 мм, що забезпечує максимальну інтенсивність руйнування поверхні зразка. Дослідження проводили в модельних кислих, лужних і нейтральних середовищах при амплітуді коливань магнітострикційного вібратора А=50 мкм, частоті f = 22 кГц і потужності випромінювання I=150 Вт. Для виключення температурного чинника руйнування у ємність для робочих середовищ було встановлено два охолоджувальних контури. Перший контур (зовнішній) забезпечує термостатування усього об'єму робочого середовища, а другий (внутрішній) підтримує стабільність середньої температури середовища безпосередньо в зоні кавітації. Коливання температури в зоні кавітації контролюється термопарою розміщеною на відстані 0,5…0,6 мм від робочої поверхні зразка.



а) б)

Рис 1. Характеристики стійкості за втратами маси при мікроударному навантаженні: а) фторопласт Ф4: 1 – кисле; 2 – нейтральне; 3 – лужне середовище; фторопласт Ф4С15: 4 – нейтральне; 5 – кисле; 6 – лужне середовище
б) поліпропілен: 1 – нейтральне; 2 – кисле; 3 - лужне середовище; поліпропілен УДС-1М: 4 – нейтральне; 5 – кисле; 6 – лужне середовище

Порівняльний аналіз зносостійкості удароміцного фторопласту Ф4С15 (містить 15 % скловолокна) і фторопласту Ф4 при мікроударному навантаженні (кавітації) показує (рис.1, а), що в нейтральному середовищі (3 %-ний розчин натрій хлориду в дистильованій воді) обидва матеріали мають найвищі

показники зносостійкості (найменші втрати маси). Однак швидкість руйнування з часом проведення випробувань для ударостійкого фторопласту має тенденцію до зниження, а для Ф4, навпаки, до збільшення (криві 4 і 2 на рис.1,а).

За три години кавітаційної дії втрати маси ударостійкого фторопласту в нейтральному середовищі у 1,3 рази менше за втрати маси фторопласту Ф4. У лужному середовищі підвищення кавітаційної стійкості ударостійкого фторопласту незначне, а в кислому середовищі навіть зменшується. Останнє потребує подальших і більш поглиблених досліджень.

У всіх середовищах втрати маси ударостійкого поліпропілену УДС-1М (рис.1, б) менші аніж поліпропілену. При цьому два види поліпропілену, показали найвищу зносостійкість у кислому середовищі ($C_6H_8O_7$ –5 г/л + Na_2HPO_4 –10 г/л). Загалом, у дослідних середовищах, ударостійкий поліпропілен показав зносостійкість приблизно в 1,4 рази вищу аніж поліпропілен. У лужному середовищі усі види поліпропілену за втратами маси посідають останнє місце.

Порівняння зносостійкості при кавітації (втрати маси за 3 год. випробувань) показує, що поліпропілен порівняно з фторопластом має вищі показники на 55%, 48% і 34 %, відповідно, в нейтральному, кислому і лужному середовищах, а ударостійкий поліпропілен УДС-1М порівняно з ударостійким фторопластом Ф4С15, на 50%, 210% і 60 %, таким чином, очевидним є той факт, що для виготовлення деталей обладнання, які підлягають мікроударному навантаженню в нейтральних, кислих і лужних середовищах перевагу слід надавати ударостійкому поліпропілену УДС-1М. Особливо перспективним є застосування ударостійкого поліпропілену для виготовлення деталей, які працюють в кислому середовищі: підвищення зносостійкості, порівняно з ударостійким фторопластом, сягає 200 %.

Бібліографія

[1] Бакнэл К.Б. Ударопрочные пластики: пер. с англ. / К.Б. Бакнэл [под ред. И.С. Лишанского]. – Л.: Химия, 1981. – 382с.

УДК 004.942

ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС JMCAD

Михайловський Ю.Б., к.т.н., доцент
Золотенко Е.О., асистент
Михайловський А.Ю., аспірант
Хмельницький національний університет,
ellafilipchenko@gmail.com

Програмний комплекс JMCAD призначений для аналізу динаміки і проектування різноманітних систем і пристроїв. За своїми можливостями він є альтернативою аналогічним програмним продуктам LabView, Simulink, VisSim,

МВТУ і ін. Зручний редактор структурних схем, велика бібліотека типових блоків і вбудована мова програмування дозволяють реалізовувати моделі практично будь-якого ступеня складності, забезпечуючи при цьому наочність їх представлення. Програмний комплекс JMCAD успішно застосовується для проектування систем автоматичного керування, приводів що стежать і роботів-маніпуляторів, теплових енергетичних установок, а також для вирішення нестаціонарних крайових задач (теплопровідність, гідродинаміка та ін.).

Програмний комплекс JMCAD реалізує наступні режими роботи:

1. моделювання, що забезпечує:
   - моделювання процесів у безперервних, дискретних та гібридних динамічних системах, в тому числі і за наявності обміну даними з зовнішніми програмами та пристроями;
   - редагування параметрів моделі в режимі «on-line»;
   - розрахунок у реальному часі або в режимі масштабування модельного часу;
   - рестарт і відтворення результатів моделювання;
   - динамічну обробку сигналів.
2. оптимізація, що дозволяє виконувати завдання:
   - мінімізації (максимізації) заданих показників якості;
   - знаходження оптимальних параметрів проектованої системи в багатокритеріальної постановці за наявності обмежень на показники якості та параметри, що оптимізуються.
3. аналіз, що забезпечує:
   - розрахунок і побудову характеристик статичних і динамічних систем;
   - розрахунок передавальних функцій;
   - візуалізацію результатів аналізу статично і динамічно.
4. синтез, що дозволяє конструювати регулятори:
   - за заданими бажаними частотними характеристиками;
   - по заданому розташуванню домінуючих полюсів.
5. контроль і управління, що дозволяє створювати віртуальні прототипи:
   - пультів керування з вимірювальними приладами і керуючими пристроями;
   - мнемосхем з мультимедійними і анімаційними ефектами.

Програмний комплекс має три окремих незалежних блоки JMCAD, JMCADRTS, JMCADRTC. Кожен блок може працювати самостійно, а також при створенні розподілених систем можна використовувати їх спільно. Спільне використання дозволяє створювати складні розподілені системи з можливістю швидкого і легкого розвитку системи. Така функціональна особливість дозволяє вносити зміни в працюючу систему без її зупинки. Для цього досить створити розгалуження і дублюючий блок, на якому і проводити розробку, а після закінчення і тестування цей блок включити в систему як основний, замінивши тим самим старий блок без зупинки роботи всієї системи.

JMCAD – це основний блок для створення і редагування моделей (рис. 1).

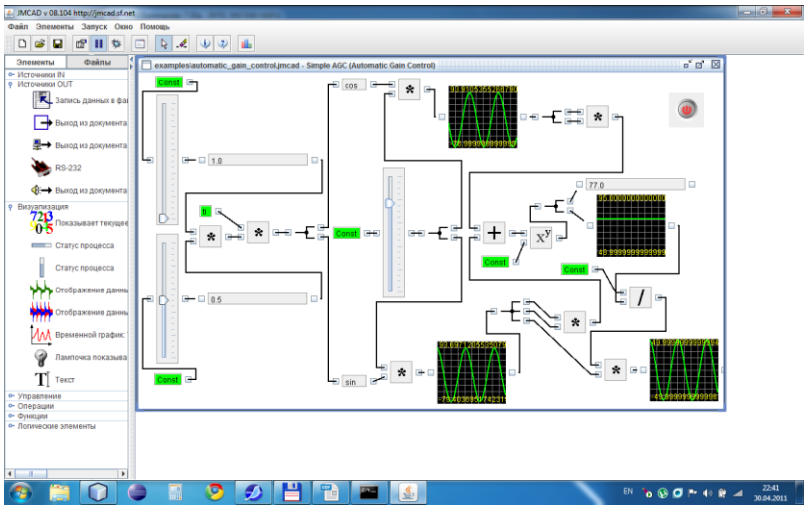


Рис. 1 – JMCAD

JMCADRTS – це блок для запуску моделі в режимі роботи (рис. 2). Запуск моделі в режимі роботи проводиться через командний рядок.

JMCADRTC – це блок для запуску інтерфейсу контролю та управління моделлю (рис. 3). Запуск інтерфейсу, контролю та управління моделлю, також проводиться через командний рядок.

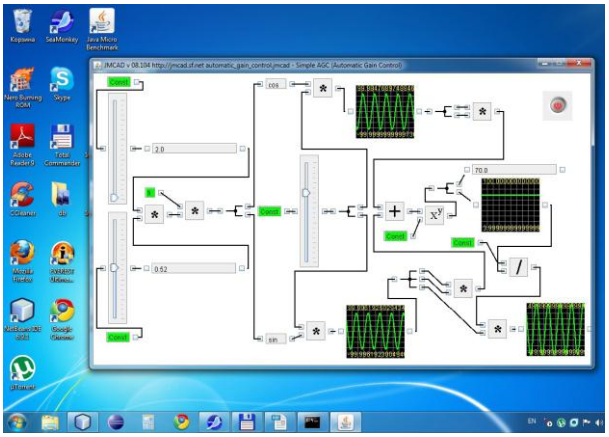


Рис. 2 – JMCADRTS

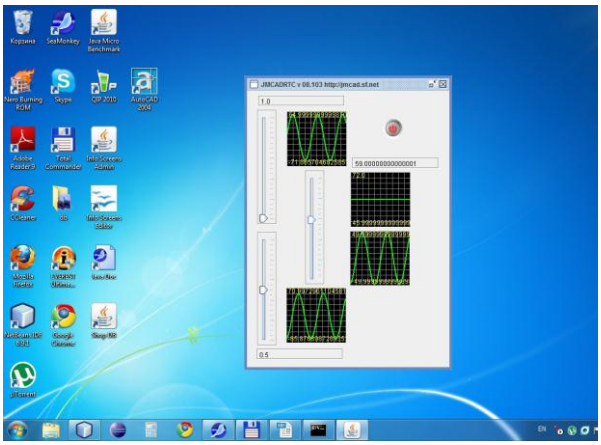


Рис. 3 – JMCADRTC

Всі моделі в JMCAD створюються з візуальних елементів, які визначають ефективність цієї моделі. У системі присутній великий набір стандартних типових елементів. Але завжди є об'єктивна необхідність збільшувати набір стандартних типових елементів, додаючи нові елементи або модифікуючи вже наявні. Для цього в програмному комплексі JMCAD передбачений простий спосіб створення нових елементів.

Для створення базової структури візуального елемента використовується спадкування базового класу для всіх візуальних елементів JMCADObject. Цей клас містить змінні і методи необхідні для створення нових візуальних елементів.

Основними перевагами JMCAD є:

- відкритість за рахунок використання мови Java і реалізації декількох механізмів обміну даними з зовнішніми програмами;
- можливість використовувати у різних операційних системах (Windows, Linux, Solaris, Unix і ін.);
- простота побудови складних моделей завдяки використанню вкладених структур, векторизації сигналів і алгоритмів типових блоків, зручним засобам завдання параметрів і рівнянь;
- ефективні чисельні методи;
- велика кількість навчальних та демонстраційних прикладів з докладними коментарями.

Бібліографія

[1] Герберт Шилдт. Полный справочник по Java Java SE 6 Edition 7-е издание / Герберт Шилдт. – М. Издательский дом ВИЛЬЯМС, 2007. – 1040 с.

[2] Джеймс Гослинг. Язык программирования Java SE 8. Подробное описание, 5-е издание / Джеймс Гослинг, Билл Джой – М. Издательский дом ВИЛЬЯМС, 2015. – 672 с.

[3] JMCAD программа для моделирования и симуляции сложных динамических систем [Электронный ресурс]: http://jmcad.sf.net

УДК 685.34.013

ФОРМУВАННЯ ПРИНЦИПІВ СТРУКТУРНОГО-АНАЛІТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ВИРОБІВ

Надопта Т.А. к.т.н., ст. викладач,
nadopta_86@mail.ru
Хмельницький національний університет, Україна

Ефективне оновлення, розширення асортименту взуття є одним з найважливіших завдань підвищення конкурентоспроможності продукції взуттєвої галуззі. Як показує практика, важливим є пошук більш досконалих

методів проектування з врахуванням основних анатомічних точок, акцентування уваги на підвищенні задоволення споживачів якістю виробів.

При цьому важливе значення набуває інформаційне забезпечення, котре дозволяє прогнозувати, розробляти та удосконалювати методи проектування, технології підвищуючи при цьому якість взуття.

При значній кількості різноманітних методів проектування недостатньо дослідженою залишається область автоматизованого створення взуття. Сучасне вітчизняне виробництво взуття характеризується тим, що його інформаційна та технічна комплектація і орієнтація в більшості випадків є закордонною або використовуються універсальні програми. Основним недоліком використання універсальних програмних продуктів є те, що тривимірна модель об'єкта будується на основі наявних розгорток, які отриманні ручним способом. Як правило, з застосуванням спеціальних взуттєвих закордонних програм проектовані вироби відрізняються нижчою функціональністю, що спричинено різними залежностями розташування основних анатомічних точок стоп. А також ці програми є досить дорого вартісним та вимагають потужного програмного забезпечення.

Таким чином, формування принципів геометричного та аналітичного моделювання кривих контурів деталей взуття дозволить інтегровано та оперативно створити передумови автоматизації процесу проектування взуттєвих виробів. Передбачається розробити альтернативний підхід до моделювання виробів, використовуючи методи проектування об'ємних моделей, автоматичної побудови розгорток, подальшого проектування та деталювання. Такий підхід до вирішення проблеми автоматизованого проектування дозволить проводити не тільки геометричне моделювання контурів, але і враховувати всі особливості конструювання взуттєвих виробів.

У зв'язку з вище зазначеним запропоновано структурно-аналітичне моделювання взуттєвих виробів та сформовано наступні принципи їх розробки:

- теоретичне обґрунтування застосування основ прикладної та аналітичної геометрії при моделюванні процесу проектування та виготовлення взуття (рішення наукових і прикладних задач спрямоване на досягнення оптимальних параметрів аналітичних та геометричних моделей процесу проектування, це забезпечить найбільш точніше врахування функціональних, конструктивних, технологічних, економічних, естетичних та інших вимог, що пред’являються до взуття);
- визначення необхідних параметрів для подальших досліджень (для отримання аналітичних моделей необхідно дослідити основні анатомічні характеристики стоп, обґрунтувати положення вісі стопи, визначити залежності);
- створення аналітичної моделі, котра дозволяє математично описати основні контури взуттєвої колодки, базової основи та деталей верху (основу аналітичних моделей становлять принципи та рівняння аналітичної геометрії. Коефіцієнти цих рівнянь включають в себе

конструктивні і технологічні параметри об'єкта, тому аналітичні моделі найбільш повно розкривають внутрішню структуру і сутність процесів в об'єкті, вплив окремих параметрів на статичні і динамічні характеристики об'єкта);

- виявлення аналітичних залежностей для розрахунку реальних значень точок вище наведених контурів (для практичного застосування запропонованих моделей необхідно розробити аналітичний опис деякого каркасу, сформованого як сукупність контурів поздовжніх та поперечних перетинів, де враховані не тільки індивідуальні особливості стопи, але і додаткові об’єми, які забезпечують комфортні умови використання виробу. Це дасть змогу отримати аналітичну модель взуттєвої колодки в залежності від основних розмірних характеристик стопи, що дозволить швидко, без зайвих витрат переналагоджувати й адаптувати виробництво до вимог ринку);
- отримання геометричної моделі контурів шляхом трансформації аналітичної моделі (запропоновано для отримання характерних абрисів використовувати сплайнові криві, а саме криві Безьє, основою для яких служить система керуючих точок, які з’єднуються прямолінійними напрямними, всередині котрих знаходиться крива та вирішити обернену задачу профілювання контурів, а саме, по заданих точках, через які обов’язково повинна пройти крива, визначити точне положення координат (вірніше матрицю координат) керуючих точок, що дає змогу аналітично описати криві, за допомогою яких передбачається формувати контури);
- розробка інформаційної моделі забезпечення процесу проектування (для інформаційної моделі забезпечення процесу проектування запропоновано використовувати діаграму Нассі - Шнейдермана. Схеми Нассі-Шнейдермана є розвитком Flow-форм. Їх основна відмінність полягає в тому, що в блоках, які представляють розгалуження і вибір, для зображення умов застосовуються трикутники, що дозволяє досягти більшої наочності при описі програми. Перевагою діаграм Нассі-Шнейдермана є те, що вони дозволяють досить наочно зобразити вкладеність конструкцій).

Наведені принципи дозволять в кінцевому результаті, це не тільки полегшити роботу конструктора, але також дозволить виявляти помилки та неточності в моделі вже безпосередньо під час проектування і оперативно вносити коригування, що позитивно відіб'ється на підвищенні ефективності та якості виробництва в цілому.

Бібліографія

[1] Надопта Т.А. Розробка методу проектування деталей верху взуття на основі аналітичної моделі прототипу: дис. …канд. техн. наук: 05.18.18 / Надопта Тетяна Анатоліївна – Хмельницький, 2013. – 214 с.

УДК 667.024.

ВПЛИВ КОНЦЕНТРАЦІЇ ПОМ'ЯКШУВАЧІВ НА ЖОРСТКІСТЬ ТРИКОТАЖНИХ ПОЛОТЕН

Параска О.А., докторант кафедри хімії, olgaparaska@gmail.com
Ковальська В.О., аспірантка кафедри хімії
Хмельницький національний університет

Жорсткість текстильних матеріалів характеризує стійкість волокон до зміни форми при деформації згину. Жорсткість полотна залежить від волокнистого складу матеріалу, товщини, опорядження. Від жорсткості текстильних матеріалів суттєво залежить вибір моделі, призначення та зовнішній вигляд виробів.

В таблиці 1 представлені значення жорсткості EI, мкН·см^2 для кулірної гладі з бавовняного волокна обробленої досліджуваними пом'якшувальними препаратами при різних концентраціях:

Таблиця 1. Жорсткість кулірної гладі з бавовняного волокна

Коефіцієнт жорсткості EI, мкН·см^2						
Вид обробки	Ширина			Довжина		
	Стдр=10 г/л	Стдр=20 г/л	Стдр=30 г/л	Стдр=10 г/л	Стдр=20 г/л	Стдр=30 г/л
Вихідний зразок	8412			8456		
H2O	8446			8491		
Tubingal RGH	8141	8051	7962	8160	8062	7971
Ultratex Um new	8001	7999	7823	8011	8007	7825
Sapamine FPG	8254	8176	8102	8275	8192	8111

В таблиці 2 представлені значення жорсткості EI, мкН·см^2 для кулірної гладі з віскозного волокна обробленої досліджуваними пом'якшувальними препаратами при різних концентрація:

Таблиця 2. Жорсткість кулірної гладі з віскозного волокна

Коефіцієнт жорсткості EI, мкН·см^2						
Вид обробки	Ширина			Довжина		
	Стдр=10 г/л	Стдр=20 г/л	Стдр=30 г/л	Стдр=10 г/л	Стдр=20 г/л	Стдр=30 г/л
Вихідний зразок	8105			8136		
H2O	8122			8145		
Tubingal RGH	7695	7604	7515	7705	7612	7519
Ultratex Um new	7402	7374	7211	7413	7377	7213
Sapamine FPG	7758	7703	7622	7772	7710	7628

В таблиці 3 представлені значення жорсткості EI, мкН·см^2 для двофутерного трикотажного полотна з суміші бавовни з поліефіром обробленого досліджуваними пом'якшувальними препаратами у різних концентраціях:

Таблиця 3 – Жорсткість двофутерного полотна з суміші бавовни з поліефіром, EI, мкН·см^2

Коефіцієнт жорсткості EI, мкН·см^2						
Вид обробки	Ширина			Довжина		
	Стдр=10 г/л	Стдр=20 г/л	Стдр=30 г/л	Стдр=10 г/л	Стдр=20 г/л	Стдр=30 г/л
Вихідний зразок	12341			12582		
H2O	12402			12639		
Tubingal RGH	11692	11604	11294	11729	11627	11312
Ultratex Um new	11262	11193	11121	11293	11205	11130
Sapamine FPG	11734	11701	11686	11782	11734	11701

Дослідження показали, що для кулірної гладі з бавовни, віскози та двофутерного полотна з суміші бавовни і поліефіру, жорсткість зменшується при збільшенні концентрації досліджуваних пом'якшувачів. Також збільшення м'якості залежить від концентрації пом'якшувального компонента у самій оброблювальній композиції і особливостей його взаємодії з волокном.

Бібліографія

[1] Ковтун Л. Г. Химическая технология отделки трикотажных изделий: учебник для вузов / Л. Г. Ковтун - М.: Легпромбытиздат, 1989. – 232 с, ил. – ISBN – 7088-0017-8.

[2] Ресурсоощадні технології та обладнання швейної та текстильної промисловості: монографія в 2ч. Ч2 / Шляхи підвищення ефективності швейної та текстильної галузей України на базі новітніх технологій та управління / В.Ю. Щербань, Г.Б. Параска, Б.В. Орловський та ін. . К.: КНУТД, 2015. - 260 с. ISBN 978-966-7972-41-7.

УДК 678.023.5

ПРОБЛЕМА ЕВОЛЮЦІЇ ЛІНІЇ КОНТАКТУ ТРЬОХ ФАЗ В ПРОЦЕСІ РУХУ ПОЛІМЕРУ В ПРЕС-ФОРМІ

Синюк О.М., к.т.н., доцент
Хмельнийький національний університет

Практично важливою ще до кінця не вирішеною проблемою є еволюція лінії контакту трьох фаз (рідкої, твердої і газоподібної) в процесі заповнення прес-форм полімерним матеріалом. Якщо поверхневі явища не враховувати, то її положення збігається з геометричним місцем точок перетину траєкторій рідких частинок вільної поверхні з твердою стінкою і в цьому сенсі лінія

контакту трьох фаз не є матеріальною і в кожен момент часу утворюється новими частинками. Інакше кажучи, це накат рідкого фронту на стінку, який при відомому полі швидкості цілком визначається кинематичною умовою на вільній поверхні [1, 2]. У статиці лінія контакту трьох фаз, як і конфігурація всієї поверхні, однозначно визначається мінімумом функціоналу вільної енергії [3, 4], який в свою чергу залежить від коефіцієнта поверхневого натягу і величини статичного крайового кута θ_s. Припустимо, що при малих швидкостях течії динамічний крайовий кут θ_d збігається зі статичним. Однак аналіз крайової задачі з рівняннями Нав'є-Стокса показує, що одночасне виконання умови прилипання на твердій стінці при значеннях крайового кута в інтервалі $0<\theta_d<\pi$ призводить до сингулярних напружень на лінії контакту трьох фаз [5]. Причина фізично зрозуміла і полягає в тому, що частки, які перетинають лінію, повинні миттєво переходити зі стану руху в стан спокою на стінці.

Позбутися від сингулярностей в рішенні можна двома способами – або відмовитися від умови прилипання, або допустити, що динамічний крайовий кут при заповненні порожнини прес-форми розплавом полімеру дійсно дорівнює π, а видимий кут θ_a відповідає макроскопічному віддаленню від стінки. В обох випадках мова йде про фактичну відмову від гіпотези суцільності біля лінії контакту трьох фаз. Перший шлях вводить в розгляд сили тертя ковзання:

$$F_{тр} = -\beta \upsilon_{ск}, \tag{1}$$

де $\upsilon_{ск}$ – швидкість ковзання, β – постійний коефіцієнт [6]. Іноді $\upsilon_{ск}$ береться як функція відстані, яка відраховується від лінії контакту трьох фаз до даної точки на стінці, але можливі й інші види співвідношень. Застосування наведеної вище умови показує, що по-перше, проковзування локалізовано поблизу лінії контакту трьох фаз; по-друге, видимий кут θ_a може істотно відхилятися від граничного.

У роботі [7] отримана асимптотика форми поверхні при повзучій течії полімеру у вигляді функції $\theta(h)$, де θ – кут, що відповідає напрямку дотичної до вільної поверхні в точці, розташованій на відстані h від твердої стінки. Значення видимого динамічного крайового кута бралося при $h=10^{-6}...10^{-7}$ см, що відповідає мінімальному просторовому масштабу, при якому гідродинамічний опис ще має сенс.

У численних моделях течій рідини з вільною поверхнею проблема сингулярності може не проявлятися через те, що будь-яка дискретизація приводить до "розмазування", тим більше, якщо значення фізичних полів прив'язані не до вузлів просторової сітки (такі неминуче повинні потрапляти на лінію контакту трьох фаз), а до деяких інших точок, як це має місце в методі маркерів і комірок. Отже, введення спеціальних граничних умов не потрібно, якщо тільки дослідження не полягають в детальному відтворенні розподілу

дотичних напружень або коли ці напруження не є змінними задачі, що має місце при розрахунку течій пружних рідин.

У квазістаціонарному випадку, вільна поверхня набуває форми, що відповідає граничній умові в напруженнях на вільній поверхні з динамічним крайовим кутом θ_a, що відповідає постійній швидкості ковзання лінії контакту трьох фаз по стінці, при цьому ітерація форми проводиться для заданого об'єму рідини. Вплив шорсткої поверхні на ефекти змочування аналізується в роботі [8].

У висновку відзначимо, що в як перше наближення кута можна вибрати статичний кут θ_a, що підтверджується експериментами, виконаними при малих швидкостях руху.

Бібліографія

[1] Березин И. К., Левина Г. В. Методы расчета течений сосвободными границами // Реологические свойства полимерных систем. – Свердловск. – 1979. – С. 20-28.

[2] Злотенко Б.М., Скиба М.Є., Синюк О.М. Метод маркерів і комірок у задачах руху рідин з вільною поверхнею // Вісник Технологічного університету Поділля. - 1999. - № 6. – С. 142-144.

[3] Ландау Л.Д. Теоретическая физика. В 10-ти т. Т. V. Статистическая физика: Учеб. пособие / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит. – 1976. – 584 с.

[4] Ландау Л.Д. Теоретическая физика. В 10-ти т. Т. VI. Гидродинамика: Учеб. пособие / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит. – 1988. – 736 с.

[5] Пухначев В.В. К вопросу о динамическом краевом угле / В.В. Пухначев, В.А. Солонников // Прикладная математика и механика. – 1982. – Т. 46. – Вып 6. – С. 961-971.

[6] Dussan E.B. The moving contact line: the boundary condition / E.B. Dussan // J. Fluid Mech. – 1976. – Vol. 77. – № 4. – P. 665-684.

[7] Воинов О.В. Асимптотика свободной поверхности вязкой жидкости при ползущем движении и зависимость краевого угла смачивания от скорости / О.В. Воинов // ДАН СССР, 1976. – Т. 243. – № 6. – С. 1422-1425.

[8] Han G., Mason S.G. Effect of surface roughness on wettig (theoretical) / G. Han, S.G. Mason // J. Coloid Int. Sci. – 1977. – Vol. 60. – № 1. – P. 11-38.

УДК: 681.5:007

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ПРОМИСЛОВИХ РОБОТІВ

Сіньковський Р.В., студент 5-го курсу, romasenya@rambler.ru
Ткачук В.П., к.т.н, доцент
Хмельницький національний університет

Машинобудування - провідна галузь сучасної техніки і народного господарства України в цілому. І хоча існує багато відкриттів та принципів, щоб назвати наш вік електронним чи віком космосу, але основою нашого віку були і залишаються машини. Багато людей бояться залишитися безробітними тому, що вважають машини набагато більш конкурентоспроможними, ніж

самих людей. Але на думку авторів машини – це основний спосіб рухатися вперед, це гарант нашого розвитку. І для покращення економічної ситуації в будь-якій країні світу потрібне підвищення ефективності виробництва за рахунок впровадження в промисловість автоматизованих машин, таких як маніпулятори та промислові роботи.

Можна визначити проблеми, які будуть вирішувати в майбутньому роботи: створення штучного інтелекту високого рівня; створення рухомих роботів; створення самонавчаючих роботів. Одним із важливих факторів, які будуть вирішувати розвиток робототехніки в майбутньому – це мініатюризація(зменшення масштабів ЕОМ) засобів обчислювальної техніки, збільшення швидкодії і підвищення надійності їх роботи.

Немалі проблеми визиває задача створення компактних і потужних приводів, які були б швидкодійні, високоточні і малогабаритні.

Великий вплив на проблему створення роботів нових поколінь має біоніка, так як вивчення принципів побудови і функціонування біологічних систем з метою створення нових конструкцій ПР роботів дуже важлива.

21 жовтня 2007 в Нью-Йорку відбувся черговий конкурс Х'ю Лебнера. Конкурс був заснований в 1990 році і є першим змаганням систем штучного інтелекту на проходження тесту Тьюрінга. Головний приз змагання - $ 100 тис. і золота медаль - мають дістатися творцю першої штучної системи, яка зможе пройти тест Тьюринга на наявність розуму.

У конкурсі Х'ю Лебнера комп'ютер повинен пройти тест у не менш половини незалежних суддів. При цьому листування здійснюється шляхом обміну миттєвими повідомленнями.

З 2007 року і до теперішнього часу в конкурсі пройти тест і отримати головний приз не вдалося нікому. Премія в $ 2 тис. і бронзова медаль щорічно присуджується авторам найбільш «людиноподібної» системи штучного інтелекту. У цьому році такою визнана комп'ютерна програма Ultra Hal від американської компанії Zabaware.

У Ultra Hal реалізовані технології штучного інтелекту, розпізнавання мови і анімації в режимі реального часу. З програмою можна розмовляти або вести листування в чаті. Вона може виконувати функції особистого помічника - нагадувати про зустрічі, запускати програми на комп'ютері, набирати телефонний номер і т.д.

Серед європейських держав найбільше промислових роботів використовується в Німеччині - 105,2 тисячі, друге місце займає Італія - 46,8 тисяч, на третьому - Франція - 24,2 тисячі.

Мало хто знає, але, приміром, будівельна індустрія США знаходиться на порозі самої справжньої революції.

Справа в тому, що вже в квітні-травні там пройдуть перші випробування робота-будівельника. Цей "трудяга" здатний звести двоповерховий житловий будинок площею 186 кв. м з рекордною швидкістю, всього за добу. Це в 200 разів швидше того, якби будинок будували люди і, що важливо, в п'ять разів дешевше. Розробники заявляють, що нова машина, здатна працювати без

технічних перерв, зможе побудувати в будинку все, включаючи арки і каміни, і навіть самостійно встановити водопровідні і каналізаційні труби.

Прорахувавши економічний ефект від впровадження інновації, американці планують налагодити промисловий випуск будівельників-кіборгів. Економічний ефект вже підраховано: машина вартістю $ 1,5 млн, дозволить п'ятикратно скоротити витрати на будівництво житлових будинків.

Бразильська державна енергетична компанія Petrobras розробила унікальну модель робота, здатного відстежувати витоку газу в трубах.

Робот, що одержав назву Chico, здатний автономно пересуватися по землі, під водою, в бруді, гірській місцевості і навіть володіє спеціальним буром, щоб угвинчувалися в гірські породи для перевірки труб.

Новий робот був розроблений у співпраці Державним фондом підтримки досліджень Fapesp. На першому етапі експлуатації робот буде використаний для обслуговування 420-кілометрової газової труби, що протягнулася від регіону Каорі до міста Манаос. Велика частина труби проходить в тропічних лісах Амазонки.

Унікальний робот може бути використаний і для різних екологічних досліджень, так як він розроблявся з тієї точки зору, щоб під час свого функціонування завдати якомога меншої шкоди навколишньому середовищу, стверджують розробники.

Іноді робот може бути тільки обличчям. Робота над проектом WD почалася ще в 2003 році.

Мета - зробити маску з полімерного матеріалу, яка могла б точно імітувати вираження людської особи. Ідея винаходу полягає в тому, щоб оживити маску-фізіономію, змусивши ворушитися на ній певні "контрольні точки".

Очевидно, наступним етапом роботи буде оптимізація простору, яке займає WD. Це дозволить зробити справжнє обличчя для роботів.

Випадок застосування розроблених технологій в медицині. Клаудіа втратила руку в результаті аварії. Замість звичайного пластикового протеза 26-річна пані Мітчелл стала володаркою першого в світі біонічного протеза, яким вона може керувати силою своєї думки. Імплантація протеза, проведена в Інституті реабілітації Чикаго (Rehabilitation Institute of Chicago, RIC), зайняла п'ять годин.

Для управління протезом використовуються залишки нервових волокон, які керували колись рукою, що збереглися у плечі. Електричні імпульси, що приходять на них обробляються комп'ютером і перетворюються в команди для сервомоторів. Рухи протеза настільки точні, що дівчина незабаром після операції могла сама почистити банан.

Володарка біонічної руки навчилася відчувати дотик предметів до протезу. Відчуття зовсім не фантомні, тому що для цього нейрохірурги під'єднали проводи до закінчення її нервових волокон.

Величезна увага в сучасному автомобілебудуванні приділена питанню забезпечення максимальної безпеки при водінні автотранспорту. Компанія Daihatsu прийняла на себе зобов'язання розробляти і постійно удосконалювати

технології, які роблять їхні автомобілі такими ж безпечними, як і комфортабельними. Розроблені Daihatsu автомобільні інтелектуальні системи гарантують комфортне і безпечне водіння цими невеликими автомобілями.

Розроблені технології та системи безпеки

1) лазерний радар

Система забезпечує постійний контроль за транспортом спереду, що допомагає водієві утримувати автомобіль на безпечній від нього дистанції. Діє система в діапазонах швидкостей від 45 до 100 км/год. При зниженні швидкості автомобіля, що рухається попереду, система круїз-контролю включає плавне автоматичне гальмування автомобіля. У випадку, якщо цього не досить для дотримання безпечної дистанції, система попереджає водія про можливий ризик зіткнення.

2) Blind Corner Monitor (спостереження за "мертвими зонами" спереду)

Система використовує камеру, встановлену спереду автомобіля, для спостереження за "мертвими зонами" з метою швидкого виявлення автомобілів, що наближаються зліва і справа.

3) Система попередження про вихід за межі смуги руху (LDW)

4) Системи обміну інформацією між автомобілями.

Очевидно, що світ знаходиться на порозі третьої науково-технічної революції, в майбутньому роботи корінним чином змінять характер трудової діяльності людини, підвищать культуру праці, тобто зроблять наше життя кращим!

Бібліографія

[1] Шевченко, А.І. Світові тенденції та практичні досягнення у проблемі штучного інтелекту [Текст]/ А.І. Шевченко// Стан та перспективи розвитку інформатики в Україні. – К.: Наукова думка, 2010. – С. 561 – 572.

[2] Шлезінгер, М. І. Розпізнання образів [Текст]/ М. І. Шлезінгер// Стан та перспективи розвитку інформатики в Україні. – К.: Наукова думка, 2010. – С. 523 – 529.

[3] http://voprosik.net/revolyuciya-robotov-v-21-veke/

[4] http://ua-referat.com/

УДК 621.78:669.295

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ТИТАНОВОГО СПЕЧЕНОГО СПЛАВУ ВТ1-0 НА КОРОЗІЙНУ СТІЙКІСТЬ У РОЗЧИНАХ НЕОРГАНІЧНИХ КИСЛОТ

Скребцов А.А., канд. техн. наук, nic_tz@ukr.net ,
Запорізький національний технічний університет
Швачко Х.С., аспірант, shvkh@yandex.ua,
ФМІ ім. Г.В. Карпенка НАН України, Україна

Завдяки вдалому поєднанню фізико-хімічних та механічних властивостей титанові сплави знаходять широке застосування у багатьох галузях

промисловості, зокрема, завдяки високій корозійній тривкості ці сплави відмінно працюють у суднобудівній, харчовій а також хімічній промисловостях. Широке впровадження титанових сплавів обмежує їх висока вартість, котра зумовлена особливостями технології їх отримання. Зниження собівартості отриманих заготовок з титанових сплавів зі збереженням комплексу їх властивостей є проблемою сьогодення, котру намагаються вирішити, використовуючи метод порошкової металургії (МПМ). Вироби з титану, виготовлені МПМ, мають механічні властивості на рівні з литими виробами, коефіцієнт використання матеріалу сягає 0,95. Структура порошкових титанових сплавів аналогічна литим, однак присутні пори збільшують площу контактування матеріалу з агресивним середовищем, що призводить до погіршення корозійної тривкості сплавів.

Встановили, що зменшити пористість спечених титанових сплавів можна, використовуючи у процесі спікання порошкові суміші, котрі містять гідрид титану. Також в процесі спікання таких сумішей відбувається сфероїдизація замкнутих пор [1]. У роботі [2], як один з методів ефективного зменшення пористості спечених титанових сплавів, розглянуто інтенсивну пластичну деформацію попередньо спресованих та спечених заготовок, а саме екструзію.

Варто оцінити, чи ускладнення технологічного процесу виготовлення спечених титанових заготовок забезпечить покращення корозійних властивостей сплаву. У роботі проводили інтенсивну пластичну деформацію попередньо пресованих та спечених (ПС) заготовок - додаткове пресування, а також повторно спікали сплав.

Сировиною для досліджуваних зразків була суміш на основі порошку титану ПТ5-1 та гідриду титану (30%). МПМ отримали зразки титанового спеченого сплаву складу ВТ1-0 ГОСТ 19807.

ПС проводили за наступним режимом: питоме навантаження пресування 500 МПа, спікали у вакуумі за температури 1250 С, витримка 2,5 год. Частину спечених заготовок додатково пресували за питомого навантаження 700 МПа (ПСП), а іншу частину попередньо пресованих та спечених заготовок піддавали пресуванню (700 МПа) та спіканню у вакуумі за 1250 С, витримка 2,5 год (ПСПС).

Металографічні дослідження проводили на сканувальному електронному мікроскопі EVO 40XVP із системою мікроаналізу INCA Energy. Швидкість корозії визначали гравіметричним методом у 20%-му водному розчині хлоридної кислоти та 40%-му водному розчині сульфатної кислоти.

Мікроструктурними дослідженнями встановлено, що кількість мікропор у зразках зростає від периферії до центру. Збільшення кількості технологічних операцій зумовлює незначне підвищення мікротвердості ПС – 2,2 ГПа; ПСП – 2,4 ГПа; ПСПС – 2,6 ГПа.

Характер корозійної поведінки порошкового спеченого титану у розчинах сульфатної та хлоридної кислот схожий. У обох корозивних середовищах інтенсивність корозії дещо зростає зі збільшенням кількості технологічних операцій. Усі зразки впродовж перших 100…150 год. активно розчинялися, а

після починали пасивувати. За подальшої витримки відбувається рівномірна втрата маси зразків.

В обох середовищах інтенсифікується корозія зразків, виготовлених за ускладненою технологією з використанням одноосьового пресування та спікання попередньо спресованого та спеченого матеріалу.

На базі витримки 720 год. швидкість корозії спечених титанових зразків у 40% розчині H_2SO_4 змінюється відповідно до технології виготовлення наступним чином: ПС – 0,54 г/м^2×год; ПСП – 0,20 г/м^2×год; ПСПС – 0,90 г/м^2×год. Проте у 40 % водному розчині H_2SO_4 спечений титан є стійкіший, ніж у 20 % водному розчині HCl. Корозійні втрати спеченого титану у 20% розчині HCl зі збільшенням кількості технологічних операції зростають, а саме: ПС – 0,07 г/м^2×год, ПСП – 0,4 г/м^2×год, ПСПС – 1,96 г/м^2×год.

Висновки

Незважаючи на проведену інтенсивну пластичну деформацію, одноосьове пресування не забезпечує усунення пор. Окрім цього, вони розподілені нерівномірно в об’ємі зразка. Це є причиною інтенсифікації корозійних процесів.

Збільшення кількості технологічних операцій не покращує корозійної тривкості спеченого титану у корозивних середовищах хлоридної та сульфатної кислот.

Бібліографія

[1] Скребцов А.А. Повышение механических и служебных свойств спеченных титановых сплавов: Дис. … канд. техн. наук: 05.02.01. – Запорожье, 2015. – 154 с.

[2] Павленко Д.В. Технико-экономические аспекты технологических схем получения заготовок из титановых сплавов для лопаток ГТД [Текст] \ Д.В. Павленко, А.В. Овчинников \\ Вестник двигателестроения – 2014. – № 1. – С. 98-103.

УДК:62-192:658.511

КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ ЗНОШУВАННЯ НОМІНАЛЬНО-НЕРУХОМОГО З’ЄДНАННЯ В РЕАЛЬНОМУ МАСШТАБІ ЧАСУ

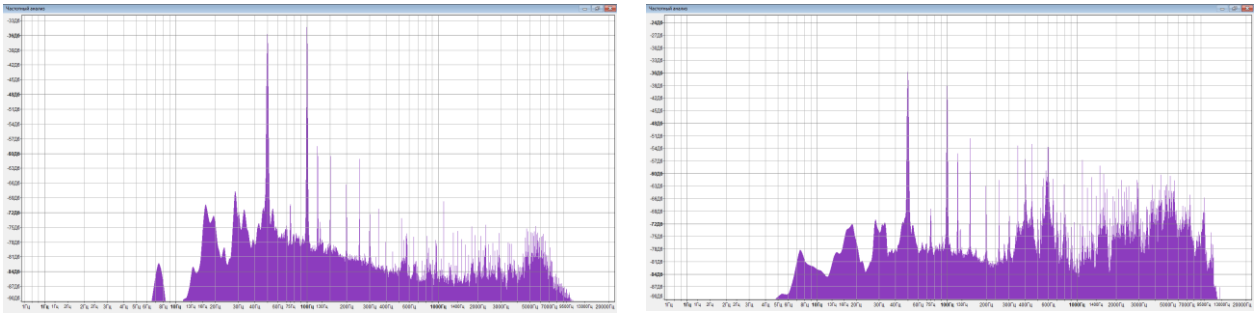
Слащук В. О., аспірант, Slashchuk_Viktor@ukr.net
Хмельницький національний університет, Україна

У будь-якій трибоситемі присутні процеси тертя, які виникають при прикладанні зовнішнього навантаження. Для характеристик протікання процесів тертя в номінально-нерухомому з’єднанні (ННЗ) можна застосовувати комплексний метод аналізу зношування в реальному масштабі часу.

Суть методу полягає у поєднанні акустичного аналізу процесу тертя та класичного аналізу гістерезисних петель.

Характер акустограми свідчить про степінь розсіювання енергії в контакті та контактну генерацію акустичних хвиль [1]. На рисунку 1 показані

акустограми процесу тертя зразка сталі 30ХГСА та кульки ШХ 15 діаметром 12 мм.



а – Контакт в нормальному режимі **б – Зруйнований контакт**

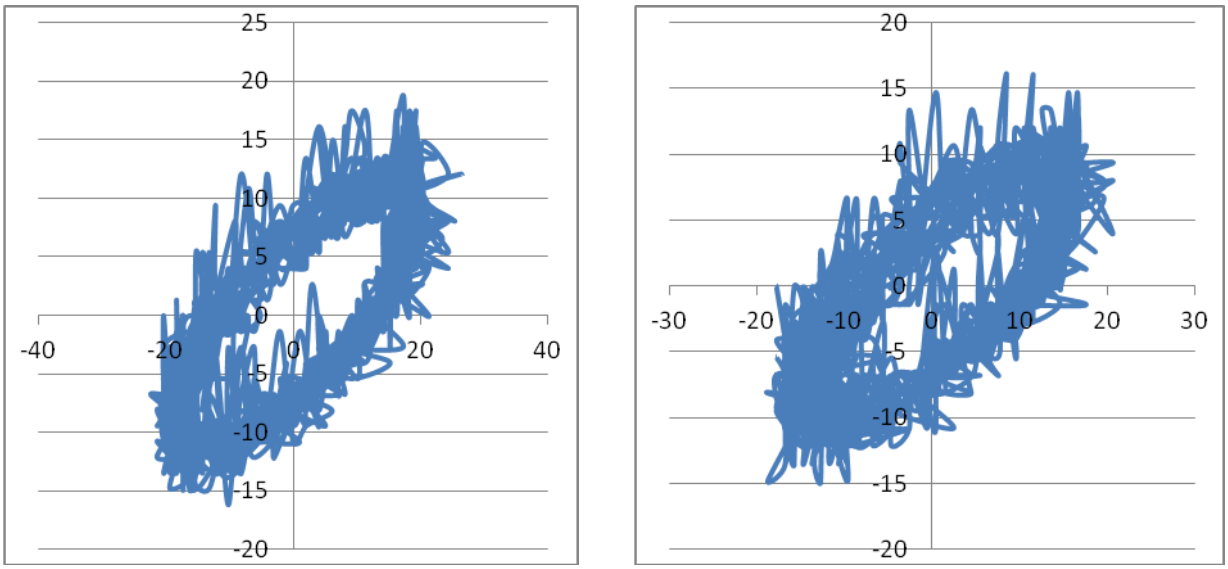
Рис. 1 – Спектрограми процесу тертя

На рисунку 1,а представлена спектрограма після 90000 циклів (15 хв.), на той час контакт знаходився в нормальному режимі роботи з'єднання. На рисунку 1.б – спектрограма після 528000 циклів (88 хв.), зруйнований контакт.

Для отримання кількісних характеристик процесу зношування використовується коефіцієнт проковзування, який характеризує ступінь цілісності контакту [2].

Коефіцієнт проковзування являється напівякісним параметром, який дорівнює відношенню ширині петлі при нульовому значенні тангенціальної сили до подвійної величини амплітуди коливання контртіла (у нашому випадку кульки, яка закріплена в тензобалці).

На рисунку 2 показані петлі гістерезису, які відповідають спектрограмам.



а – Петля гістерезису 90000 циклів **б – Петля гістерезису 528000 циклів**

Рис. 2 – Петлі гістерезису

Коефіцієнт проковзування зростав в процесі тертя від 0,7 при першому зніманні даних до 0,92 при останньому. Таке збільшення свідчить про втрату цілісності контакту і про поступове руйнування поверхонь ННЗ.

Таким чином, використовуючи ці два параметри, можна визначати характер процесів, які протікають в з'єднанні та отримувати їхні кількісні характеристики в режимі реального часі.

Бібліографія

[1] Заспа, Ю.П. Каскадний транспорт енергії збурень в системах динамічної контактної взаємодії [Текст] / Ю. П. Заспа, С. Г. Костогриз // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2015. – № 1. – С. 47-52.

[2] Шалапко Юрій Іванович. Еволюційні моделі фретинг-процесу у номінально-нерухомому фрикційному контакті : Дис... д-ра наук: 05.02.04 – 2009, ст. 113 – 127 .

УДК:62-192.658.511

ВИЯВЛЕННЯ НЕСТАЦІОНАРНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ НОМІНАЛЬНО НЕРУХОМОГО ФРИКЦІЙНОГО КОНТАКТУ АКУСТОЕМІСІЙНИМ МЕТОДОМ

Слащук О. О., аспірант, slaschuk.o@gmail.com
Хмельницький національний університет, Україна

В процесі нормальної номінально нерухомого фрикційного контакту роботи (ННФК) досить часто виникають «нерегламентовані» режими. Це пов'язано зі зміною геометрії контактуючих поверхонь, що призводить до утворення третього контактного тіла - твердими утвореннями структурних складових зруйнованих мікрооб'ємів.

Можна стверджувати, що такі «нерегламентовані» аварійні випадки пришвидшують зношування ННФК. Опис та виявлення подібних явищ і досі становлять високу складність, адже вимагають реєстрацію даних в режимі онлайн [1].

Розглядаючи акустограму контактуючих поверхонь зразка сталі 30ХГСА та кульки ШХ15 діаметром 12 мм, можна помітити ділянку зі зміною рівня звуку, який після ≈ 8,5 секунд повертається до початкового рівня [2].

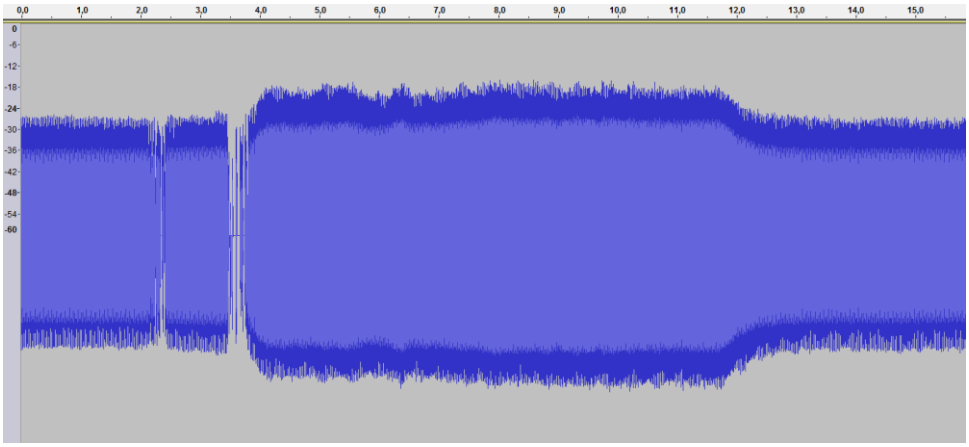


Рис.1 – Зміна рівня звуку в процесі тертя

Аналізуючи ділянку акустограми зі збільшенням масштабу, можна зробити висновок про втрату контакту на певний час роботи (Рис. 2).

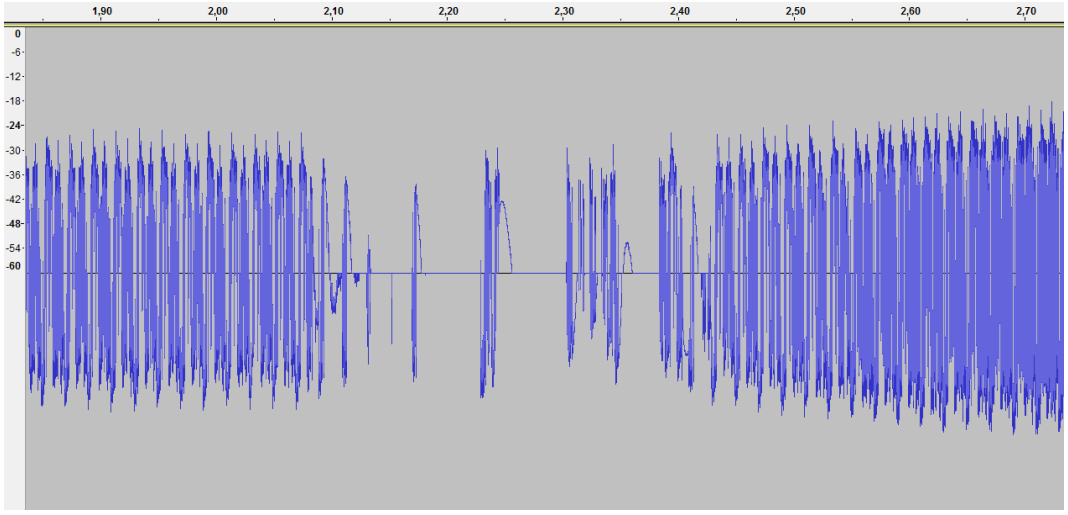
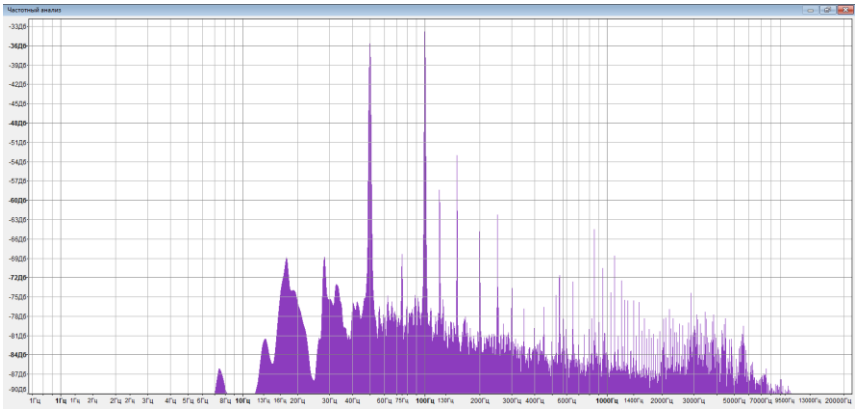
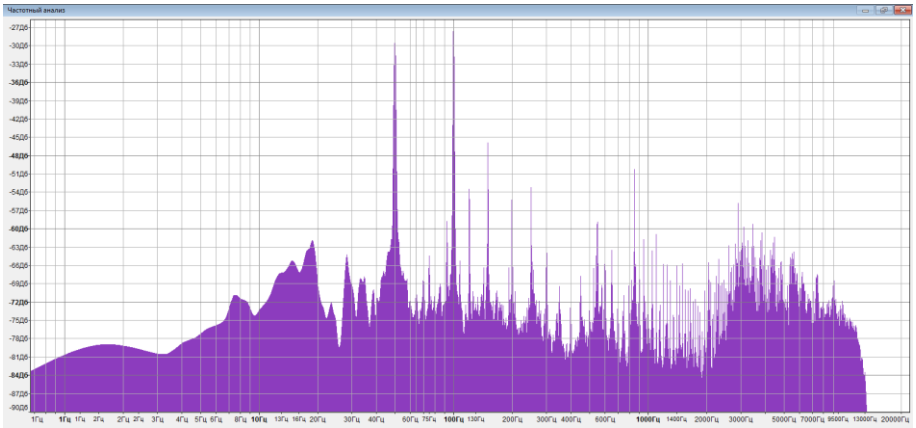


Рис. 2 - Втрата контакту між поверхнями

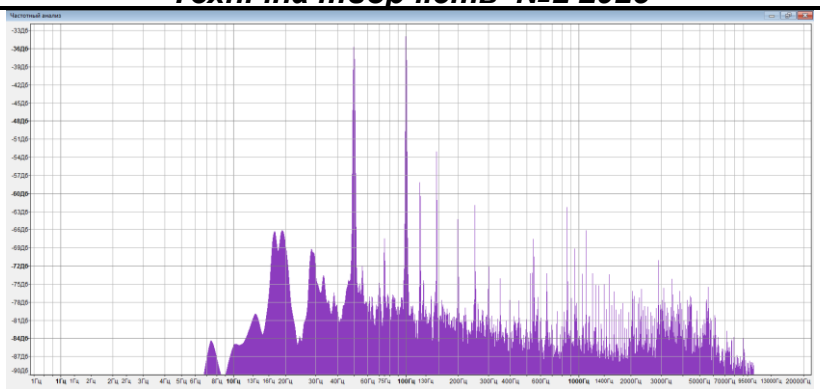
Розглядаючи спектрограми окремих ділянок акустичного ряду видно, що в момент «ненормативного» режиму збільшується спектр частот за рахунок генерації процесів ударного характеру, які ведуть до втрати цілісності контакту, генерації акустичних хвиль та вібрації усієї трибосистеми (Рис. 3).



а. Спектрограма до утворення третього тіла (відриву частинок)



б. Спектрограма тертя ННФК з абразивними частинками



в. Повернення до нормального режиму тертя
Рис. 3 – Спекрограми процесу тертя

Повернення до нормального режиму тертя свідчить про тимчасовість руйнації контактних поверхонь локального характеру, що підтверджує адаптаційні можливості фрикційного[3].

Бібліографія

[1] Заспа Ю. П. Акустоемісійний аналіз перехідних режимів роботи машини тертя / Ю. П. Заспа, Ю. І. Шалапко, А. Л. Возняк // Проблеми трибології. - 2015. - № 1. - С. 6-10.

[2] Заспа, Ю.П. Каскадний транспорт енергії збурень в системах динамічної контактної взаємодії [Текст] / Ю. П. Заспа, С. Г. Костогриз // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2015. – № 1. – С. 47-52.

[3] Шалапко, Ю. І. Процеси фретинг-зношування та фретинг-втоми в номінально-нерухомих з'єднаннях деталей машин / Ю. І. Шалапко // Трибофатика : пр. симп., 23-27 верес. 2002 р., Тернопіль. – Т., 2002. – Т. 1. – С. 279–283.

УДК 669.1:537.5

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ АЗОТУВАННЯ У ТЛІЮЧОМУ РОЗРЯДІ ЗА КРИТЕРІЄМ ЗНОСОСТІЙКОСТІ

Соколова Г. М., аспірант,
galkasokol@mail.ua
Хмельницький національний університет,
Україна

Встановлення ресурсу роботи деталей машин t засновано на визначенні величини їхнього гранично допустимого зносу h та інтенсивності зношування I ($t = h/I$). Різноманітні технології зміцнення дозволяють підвищити зносостійкість поверхні тертя і тим самим збільшити ресурс роботи деталі. Втім, якщо деталь, яка піддається поверхневій обробці, не лімітує ресурс роботи вузла тертя, максимізація значення її ресурсу не завжди є економічно обґрунтованою, тому більш перспективним можна вважати підхід, за якого значення гранично допустимого зносу та ресурсу роботи деталі призначаються з урахуванням відповідних показників для вузла тертя, а показником, що

забезпечує необхідне співвідношення вказаних величин для заданої деталі виступає інтенсивність зношування.

Необхідна зносостійкість (а отже й інтенсивність зношування) може бути забезпечена за допомогою керованих технологій модифікації поверхні. Серед них однією з найбільш освоєних і широко застосовуваних є азотування у тліючому розряді (АТР). Саме керованість процесу як можливість отримання заданих характеристик поверхні шляхом варіювання параметрів режиму вважається однією з основних переваг цієї технології.

Задача встановлення зв'язків між зносостійкістю поверхні та параметрами АТР, що її визначають, може бути вирішена за допомогою формування математичної моделі, причому у якості вихідних факторів варто використати запропоновані у [1] аналітичні показники, що характеризують інтенсивність перебігу основних субпроцесів АТР – відносні енергетичні фактори (ВЕФ) дифузійної дії, утворення нітридів та розпорошувальної дії.

Між комбінацією трьох вказаних ВЕФ для заданого матеріалу та комбінацію технологічних параметрів режиму існує цілком однозначний зв'язок, що дозволяє будувати моделі, метою яких є пошук оптимальних умов проведення досліджуваного процесу. Знайдена за значенням параметра оптимізації комбінація ВЕФ може бути трансформована у комбінацію п'яти технологічних параметрів режиму, а саме – температури, тиску, складу газової суміші, напруги на електродах камери та густини струму.

У випадку, якщо азотування проводилося при постійних значеннях температури та складу газової суміші, задача формування математичної моделі спрощується завдяки зменшенню кількості вихідних факторів з двох до трьох, оскільки за таких умов значення ВЕФ пов'язані залежністю, що дозволяє цілком однозначно визначати величину третього показника за величиною двох відомих.

Математична модель формується на основі експериментальних даних. Розглянемо випадок, коли азотування проводилося за дев'ятьма режимами, наведеними у таблиці 1, причому, температура, склад газової суміші та тривалість азотування приймалися постійними, а між значеннями напруги та густини струму дотримувалися такі співвідношення: $U_3 < U_2 < U_1$, $j_3 < j_2 < j_1$ (реалізація вказаної комбінації технологічних показників можлива лише при азотуванні з незалежними параметрами, тобто при наявності джерела підігріву, альтернативного тліючому розряду).

Таблиця 1. Вихідні дані для побудови моделі

Номер режиму	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тиск, торр	p_1			p_2			p_3		
Напруга, В	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	U_6	U_7	U_8	U_9
Густина струму, А/м^2	j_1	j_2	j_3	j_4	j_5	j_6	j_7	j_8	j_9
ВЕФ утворення нітридів	Fn_1	Fn_2	Fn_3	Fn_4	Fn_5	Fn_6	Fn_7	Fn_8	Fn_9
ВЕФ дифузійної дії	Fd_1	Fd_2	Fd_3	Fd_4	Fd_5	Fd_6	Fd_7	Fd_8	Fd_9

Нижче наведено послідовність побудови моделі.

1. Формування масивів вихідних даних.

Результати вимірювань лінійного зносу зразків, азотованих за наведеними технологічними режимами, представляються у вигляді масивів розміру $r \times s_i$, де r – кількість рядків, $r = 2$ (у першому зазначається величина лінійного зносу h, у другому – ділянка шляху l, на якій він фіксувався; s_i – кількість стовпців, що відповідає кількості вимірювань.

2. Підбір апроксимуючої функції.

Дані кожного масиву представляються графічно у системі координат “шлях тертя – знос”, що дає можливість підібрати апроксимуючу функцію.

З цією метою може бути запропонована алгебраїчна функція виду:

$$h = a\,(l - b)^3 + c, \tag{1}$$

де a, b c – емпіричні коефіцієнти.

Коефіцієнти наведеної залежності можуть бути визначені за допомогою вмонтованої в програму MathCAD функції *genfit*.

Вибір комбінації коефіцієнтів проводиться за критерієм мінімальної суми квадратів відхилень розрахункових значень від експериментальних. Одержані значення коефіцієнтів переносяться у матрицю M_1 розміру ($m \times r$), де m – кількість рядків, що відповідає кількості проведених технологічних режимів, у даному випадку $m = 9$; r – кількість стовпчиків, що визначається кількістю коефіцієнтів у рівнянні апроксимуючої функції, тобто: $r = 3$.

3. Присвоєння значення ресурсу роботи вузла тертя (у даному випадку – довжині ділянки шляху тертя): $l = l_x$.
4. Визначення лінійного зносу на ділянці $l = l_x$ для кожного з проведених режимів (виконується за формулою (1) із врахуванням наведених у матриці M_1 коефіцієнтів).

Подальша побудова моделі здійснюється за методикою моделювання багатофакторних процесів з взаємозалежними факторами, наведеною у [2], тому нижче лише перераховані основні її етапи.

5. Формування спрощеної матриці вихідних даних M_2 (вказана матриця містить відповідні кожному експериментальному режиму значення ВЕФ та розраховані у п. 4 значення лінійного зносу досліджуваних зразків на заданій ділянці шляху тертя l_x):

$$M_2 = \begin{pmatrix} Fd_1 & Fn_1 & h_1 \\ Fd_2 & Fn_2 & h_2 \\ \dots & \dots & \dots \\ Fd_9 & Fn_9 & h_9 \end{pmatrix}.$$

6. Визначення залежностей $Fd_i = f\,(h_i)$ при заданому значенні ресурсу вузла тертя ($l = l_x$).
7. Присвоєння значення гранично допустимій величині зносу: $h = h_x$.
8. Визначення ВЕФ дифузійної дії при величині зносу $h = h_x$ та довжині ділянки шляху тертя $l = l_x$.

9. Визначення залежностей $Fn_i = f(Fd_i)$.
10. Визначення ВЕФ утворення нітридів при величині зносу $h = h_x$ та довжині ділянки шляху тертя $l = l_x$.
11. Встановлення залежності ВЕФ утворення нітридів від ВЕФ дифузійної дії при заданих значеннях ресурсу вузла тертя та гранично допустимого зносу. У даному випадку вказана залежність буде представлена поліномом другого порядку, коефіцієнти якого можуть бути обчислені у системі MathCAD за допомогою вбудованої у неї функції *regress* (*VX, VY, n*):

$$Fn_x = m_1 + m_2 \cdot Fd_x + m_3 \cdot Fd_x^2. \quad (2)$$

Таким чином, задаючись довільним значенням ВЕФ дифузійної дії, за виразом (2) можна обчислити значення ВЕФ утворення нітридів. Комбінація двох вказаних ВЕФ відповідає конкретній комбінації технологічних параметрів АТР, причому для зразка, азотованого за цими параметрами, величина лінійного зносу наприкінці шляху тертя довжиною l_x становитиме h_x (за умов тертя, що відповідають умовам проведення експериментів, покладених в основу формування моделі).

Наведений алгоритм створення математичної моделі може бути повністю автоматизований, наприклад, у системі MathCAD.

Бібліографія

[1] Пастух И. М. Теория и практика безводородного азотирования в тлеющем разряде / И. М. Пастух. – Х. : ННЦ ХФТИ, 2006. – 364 с.
[2] Соколова Г. М. Моделювання багатофакторних процесів з взаємозалежними факторами впливу / Г. М. Соколова // Вісник ХНУ. Технічні науки. – 2016. – № 1. – С. 117–120.

УДК 685.34.025

СУЧАСНІ СПОСОБИ ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ ВИДИМИХ КРАЇВ ДЕТАЛЕЙ ВЕРХУ ВЗУТТЯ

Солтик І.Т., к.т.н., доц.,
vrin@ rambler.ru
Хмельницький національний університет, Україна

Проблема підвищення якості продукції в цілому, та взуття зокрема, як одного з важливих чинників, що визначають її конкурентоспроможність на внутрішньому та зовнішньому ринках, є надзвичайно гострою. Особливо зараз, коли відчуваються позитивні тенденції в розвитку взуттєвої галузі легкої промисловості. Але структурна перебудова та сучасна трансформація виробництва взуття призвела до того, що на зміну потужним виробництвам виникли малі підприємства з різною формою власності, технічне оснащення яких не дозволяє виконати поставлені вимоги.

Без попередньої обробки деталей верху їх складання в заготовку було б важким, а іноді навіть неможливим. У місцях накладення деталей до зшивання утворювалися би товсті, грубі шви, які при носінні взуття натирали б стопу. Крім того, ряд операцій підготовки деталей до складання має на меті підвищення експлуатаційних властивостей взуття та поліпшення зовнішнього вигляду обробкою видимих країв деталей..

Характер підготовки деталей верху до складання в заготовку, а, отже, і число операцій залежить, головним чином, від призначення взуття, для якого призначена заготовка, і від матеріалу деталей верху. Так, наприклад, видимі краї деталей верху заготовки модельного взуття обробляються загинанням, деталі можуть мати декоративні строчки, перфорацію і т. д. Тоді як деталі верху взуття спеціального призначення такій обробці не піддаються.

В даний час технологічний процес підготовки деталей верху до складання в заготовку досить стабільний і не залежить від виду і конструкції заготовки і при його розробці можна скористатися типовою технологією. У цей технологічний процес включені наступні операції: вирівнювання деталей по товщині; гаряче формування країв деталей верху (обпалювання); обробка струмом високої частоти (СВЧ); теплова обробка та вивертання; торцеве підрізування країв деталей верху; таврування деталей верху; фарбування зовнішніх країв деталей верху; загинання країв деталей верху; нанесення ліній та позначок для зістрочування деталей і декоративних строчок; наклеювання міжпідкладки; спускання країв деталей верху взуття.

Верхні краї деталей взуття по канту можна обробляти загинанням або вивертанням. Гарячим формуванням допускається обробляти видимі краї деталей з усіх матеріалів, крім взуття з верхом із лаку, замші, велюру, шевро і шкір білого кольору.

Краї деталей верху із штучних та синтетичних шкір фарбують, обробляють струмом високої частоти або тепловим способом.

Передні і верхні краї деталей верху із штучних шкір на текстильній основі окантовують тасьмою, обробляють загинанням, у виворітку, СВЧ та тепловим способом. Інші краї деталей верху із штучних та синтетичних шкір можна фарбувати та відсікати. Видимі краї верху взуття із текстильних матеріалів обробляють загинанням, вивертанням, окантовуванням тасьмою.

Краї деталей верху шкіряної підкладки обробляють в обрізку, загинанням або вивертанням. Краї підкладки по верхньому краю можуть бути обрізані в процесі строчки канту з піднутренням їх за край верху на відстані не менше 0,5мм.

Фарбування країв деталей верху.

Фарбування – найбільш простий спосіб обробки торця видимих країв деталей верху. Фарбування країв широко використовують при виготовленні взуття із щільних шкір хромового дублення (ялівка, бичок, бичина, напівшкірок, виросток, кінські передини, свинячі шкіри), шкір для верху взуття із бахтармяного спилку товщиною не менше 1,3 мм і юхти. Якщо заготовки верху взуття виготовляють із матеріалів білого кольору або світлих тонів, то

видимі краї деталей можна не фарбувати. Для фарбування використовують водостійкі фарби в колір лицьової поверхні матеріалу верху.

Відсікання країв деталей верху.

Видимі краї деталей верху взуття можуть бути оброблені зубцями трикутної або напівкруглої форми різної величини. Відсіканням обробляють видимі краї союзок, носків, задинок, берців, язичків, а також краї декоративних деталей (бантів, ременів) і деталей дитячого взуття. Відсіканням країв допускається обробляти краї деталей повсякденного взуття із щільних шкір хромового дублення (напівшкірок, ялівка, бичок, бичина, вимітка, кінська передина і свинячі шкіри) товщиною 1,2-1,5 мм із фетру і тонкошерстної повсті.

Гаряче формування.

Гаряче формування видимих країв деталей верху взуття засноване на здатності волокон шкіри скорочуватись під дією високої температури. Краї деталей верху взуття із товстих і щільних шкір хромового дублення товщиною понад 1 мм попередньо стоншують на ширину 2-3 мм.

Краї тонких і менш щільних шкір товщиною до 1 мм попередньо не обробляють. На обробку країв деталей верху способом гарячого формування передбачається припуск 1 мм. В порівнянні з обробкою загинанням економія матеріалів для верху взуття складає 2-5%.

Загинання країв деталей верху взуття.

Видимі краї деталей взуття загинають для підвищення їх міцності і опору розтягуванню при скріпленні на швейних машинах та в процесі носіння взуття, а також для поліпшення зовнішнього вигляду.

Краї деталей верху загинають з їх попередньою підготовкою. Краї деталей перед загинанням стоншують, промазують клеєм (із натурального каучуку або на основі хлорпренового латексу), клейову плівку висушують при установлених режимах для конкретного клею. Для загинання країв деталей верху взуття сьогодні на підприємствах широко використовують клеї-розплави на основі низькомолекулярних поліамідів. Використання клеїв-розплавів значно прискорило процес виконання технологічних операцій, дало можливість позбавитись дорогих шкідливих для здоров’я людини і пожежонебезпечних розчинників. Загинання країв деталей виконується з одночасним нанесенням клеїв-розплавів та наклеюванням укріпляючої тасьми. Укріпляюча тасьма повинна бути наклеєна на відстані 4-5 мм від краю деталі.

Окантовування країв деталей верху взуття тасьмою.

Окантовують видимі краї деталей верху взуття із текстильних матеріалів, штучних та синтетичних шкір, інколи із натуральних шкір. Краї деталей верху взуття окантовують для підвищення їх міцності, а у взутті із текстильних матеріалів також для охорони їх від обсипання. Для окантовування країв деталей верху взуття використовують бавовняну, віскозну, репсову або капронову тасьму з пругом або тасьму, викроєну із тонкої тканини чи окантовувальної нітроштучшкіри-Т, а також стрічки із шкіри та хутра. Ширина тасьми для окантовування чи стрічки повинна бути 16-18 мм.

Наші випробування показали, що третина дефектів у взутті пов'язана з міцністю кріплення деталей верху. При цьому технологічні нормативи скріплення деталей верху відповідають рекомендаціям технології виробництва взуття. Аналізуючи міцність ниткових скріплень та технологічних параметрів їх утворення можна стверджувати, що технологічні нормативи утворення ниткових швів рекомендовані типовою технологією виробництва взуття не враховують особливостей мікроструктури різного сучасного асортименту шкіри для верху взуття і пов'язаних з цим фізико-механічних властивостей.

Аналізуючи чинники, які впливають на міцність ниткових швів, та характеру їх руйнування при випробуванні (по матеріалу), можна припустити, що основна причина полягає в недостатній міцності матеріалу в місці його скріплення.

Отже, в сучасному виробництві вибір способів оздоблення видимих країв деталей верху полягає в естетичних вимогах до взуття. Тобто край деталей верху взуття повинен мати гарний зовнішній вигляд. Проблема полягає в тому, що при виборі способу оздоблення не враховуються особливості матеріалу, з якого виготовленні деталі верху взуття. В результаті цього отримуються краї деталей, які виконувалися без порушення типових технологічних нормативів, але які не забезпечують нормативну міцність.

Зважаючи на викладене, було розроблено рекомендацій щодо вибору способу оздоблення забезпечуючи нормативну міцність скріплення деталей типовими технологічними нормативами.

Розрахунки наших досліджень показали, що основні причини невідповідності ниткових швів нормативним вимогам наступні:

- технологічні нормативи стоншення країв деталей, рекомендовані типовою технологією не враховують особливостей, пов'язаних зі структурою шкіри, співвідношення сосочкового та сітчатого шарів, формою стоншеного краю, особливостей технології виготовлення шкір великих розвісів і т. п.;
- при обробці видимого краю під загинання, практично весь асортимент тонких матеріалів, не може забезпечити нормативну міцність;
- в деяких випадках технологічні нормативи науково не обґрунтовані.

УДК 66.097(043.2)

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НЕФТЕХИМИИ

Титова О.С., к.х.н., доцент
Грушак З.В., ассистент
Столярова Н.В., доцентkafedra_hht@ukr.net
Национальный авиационный университет, Украина

Применение нанотехнологий является скачком в получении веществ с новыми качествами, регулируемыми на молекулярном и надмолекулярном

уровне. В нефтехимии основное внимание уделяется развитию катализаторов с применением нанотехнологий.

Использование катализаторов на основе размерных наночастиц гораздо выгоднее и эффективнее обычных, т.к. большая часть атомов катализатора оказывается более доступной реагентам и эффективность использования катализаторов возрастает в десятки раз. Это обусловлено не только увеличением активной поверхности катализатора, но и тем, что в нанокатализаторе значительное количество атомов, образующих поверхность катализатора, находится в низкокоординированном состоянии, в котором они проявляют повышенную каталитическую активность.

В частицах катализатора с размером менее 10 нм электроны ведут себя подобно электронам в изолированном атоме, т.е. как квантовые объекты, кроме того уменьшение размера частиц сопровождается уменьшением энергетических зон, что приводит к росту энергии оптических переходов.

Оптимизация с помощью нанотехнологий морфологической структуры катализаторов в разы увеличивает активность и срок межрегенерационного пробега цеолитных катализаторов, используемых при переработке попутного газа.

Совершенствование катализаторов каталитического крекинга переработки тяжелых нефтяных остатков в светлые нефтепродукты невозможно без использования нанотехнологий, позволяющих создать нанокристаллы стабильного цеолита с пластинчатой морфологией с оптимизированным соотношением числа сильных протонов и мягких кислот Льюиса. Кроме того при этом оптимизируется и пористая структура матрицы, в которую вводятся «ловушки» для присутствующих в сырье ионов никеля и ванадия.

Бифункциональные катализаторы, используемые в реакциях изомеризации и ароматизации, при введении в качестве модифицирующей добавки наноразмерные порошки металлов, способствуют интенсификации реакций отрыва и переноса водорода. Такие катализаторы работают при более низких температурах и позволяют увеличить содержание углеводородов изостороения в продуктах процесса.

Особое место в применении нанотехнологий для нефтехимии занимает разработка присадок для различных нефтепродуктов.

Наноматериалы можно использовать для улучшения экологических свойств топлив. Так при фильтровании топлива через адсорбент, модифицированный наночастицами, содержание серы в нем уменьшается в 10-15 раз.

Использование нанокатализаторов для авиатоплив позволяют топливу сгорать быстрее, что дает возможность создавать реактивные двигатели, способные обеспечить гиперзвуковые скорости полета.

Наиболее широкое распространение получило использование нанотехнологий и наночастиц для создания высококачественных смазочных материалов.

Введение в масла частиц бора и молибдена с размером 50нм позволяет улучшить противоизносные, антифрикционные и антиокислительные свойства смазочных материалов, что позволяет продлить срок службы смазочных материалов и снизить расход топлива и масел. Нанодисперсные борсодержащие сукцинимиды, не разлагающиеся при высоких температурах, адсорбируются на частицах сажи и предотвращают укрупнению частиц. Это способствует образованию наноструктуры, свободно проходящей через фильтры, за счет чего уменьшается количество отложений и поддерживается в чистоте масляная система.

Одной из актуальных проблем современности является создание эффективных покрытий в дорожном строительстве. Введение в битумное покрытие дискретно вулканизированной (высокодисперсной) резины с размером частиц от нескольких десятков до нескольких сотен микрон позволяет повысить морозостойкость покрытия, повысить его адгезионную способность и упругость, что увеличивает стойкость дорожного покрытия к образованию колеи.

Использование в битумных композиционных материалах в качестве минерального порошка этерифицированного кремнезема придает дорожному покрытию водоотталктвающие свойства, улучшает адгезию, увеличивает температурную устойчивость и стойкость к внешним нагрузкам.

Проблему утилизации промышленных и бытовых полимерных отходов также можно решить с помощью современных нанотехнологий. Перспективным является гидрогенолиз полимерных отходов в смеси с органическими растворителями в присутствии наноразмерных катализаторов, с получением сырья для производства моторных топлив и низкомолекулярных углеводородов с высокими степенями конверсии по используемому сырью.

Бібліографія

[1] Парамон, В.Н.Термодинамический анализ влияния наночастиц активной фазы на адсорбционное равновесие и скорость гетерогенныхкаталитических процессов / В.Н. Парамон // ДАН. –2007. – Т. 413.– №1.– С.50-53.

[2] Меджибовский, А.С. Наноприсадки – один из путей повышения качества смазочных масел / А.С. Меджибовский, С.Б. Борщевский // Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний. – 2008.– №4.– С. 16-19.

[3] Абдуллин, А.И. Асфальтобетон на основе битумного вяжущего с добавкой модифицированного кремнезема / А.И. Абдуллин, Е.А. Емельянычева, И.Н. Дияров, А.И. Юсупов // Вестник Казанского технологического университета. – 2010. – №7. – С.212-215.

УДК 669.295: 621.785.062

ОЦІНКА ВПЛИВУ ТЕРМОДИФУЗІЙНОГО НАСИЧЕННЯ ПРИПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ ЦИРКОНІЄВОГО СПЛАВУ Zr-1%Nb ЕЛЕМЕНТАМИ ВТІЛЕННЯ НА МАЛОЦИКЛОВУ ДОВГОВІЧНІСТЬ ТА ОСОБЛИВОСТІ РУЙНУВАННЯ

Труш В.С., науковий співробітник, к. т. н.,
trushvasyl@gmail.com
Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України,
Україна

Особливе місце в атомній енергетиці займають конструкційні матеріали для активної зони ядерних реакторів. До таких матеріалів належать, насамперед, цирконієві сплави. Широке застосування в атомній енергетиці вони знайшли завдяки унікальному поєднанню механічних, корозійних і ядерно-фізичних властивостей, зокрема таким як: малий поперечний переріз захоплення теплових нейтронів, висока температура плавлення та радіаційна й корозійна стійкість при експлуатації [1].

Значний вплив на службові властивості цирконію надає елемент втілення – кисень, легко з ним реагує і бере участь у всіх процесах, що відбуваються в матеріалі за різних умов: термічному, радіаційному, механічному, проте дані про закономірності цього впливу залишаються обмеженими і суперечливими [2-5].

Мета роботи – встановити вплив термодифузійного насичення приповерхневого шару цирконієвого сплаву Zr-1%Nb елементами втілення (киснем) на втомну довговічність за чистого згину та особливості їх руйнування.

Методика проведень досліджень.

Матеріалом досліджень обрано цирконієвий сплав Zr-1%Nb, виготовлений в Україні. Металографічні та дюрометричні дослідження виконували на зразках розміром 10×15 мм товщиною 1 мм. Для випробувань чистим згином використовували плоскі зразки із шириною робочої частини 3 мм, товщиною ~1 мм (рис. 1).

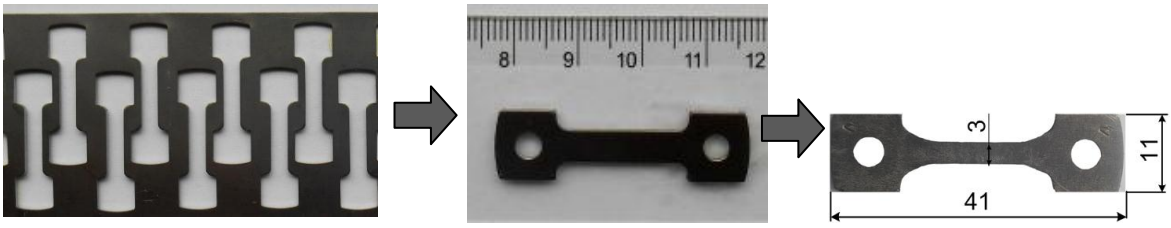


Рисунок 1 – Підготовка зразків для втомних випробувань за умов чистого згину

Випробування зразків на втому за чистого згину в режимі жорсткого навантаження із заданою амплітудою деформації $\pm\varepsilon_a$ в діапазони 0,8…1,0% з частотою навантаження $\nu = 0{,}5$ Гц на повітрі за кімнатної температури

проводили на машині УМДУ-01, що розроблена та виготовлена у ФМІ НАН України. Поверхневий модифікований шар формували дифузійним насиченням з газового середовища за двох режимів: ***P1*** – ***T*** = 580°C, τ = 3 год., ***P*** ≈ $1\cdot10^{-3}$ Па (прийнято за вихідний стан) та ***P2*** – ***T*** = 580°C, τ = 0,5 год., ***P*** ≈ 1 Па + ***T*** = 580°C, τ = 2,5 год., ***P*** ≈ $1\cdot10^{-2}$ Па.

Результати та їх обговорення.

Згідно з отриманими результатами досліджень (табл.1 рис.2) твердість поверхні після різних режимів обробок змінюється в діапазоні від $HV_{0,49}$ = 290±25 до $HV_{0,49}$ = 540±90 одиниць твердості. Найбільший приріст твердості поверхні ΔHV = 340 зафіксовано після обробки за режимом ***P2***, а найменший приріст ΔHV = 90 – після обробки у високому вакуумі (режим ***P1***). Із збільшенням ступеня розрідження технологічного середовища глибина зміцненої зони незначно зростає від 35 до 40 мкм (табл. 1). Обробка за режимом ***P2*** (комбінація в одному режимі обробки двох ступенів розрідження вакууму: призводить до приросту твердості поверхні ΔHV = 340 та формування зміцненого шару глибиною ~35 мкм.

Таблиця 1. Характеристика приповерхневого шару цирконієвого сплаву Zr-1%Nb після різних режимів обробок

Режим ХТО	Мікротвердість $HV_{0,49}$		Приріст твердості поверхні ΔHV ($HV^{пов.}$ – $HV^{серц.}$)	Глибина зміцненого шару, мкм
	поверхні	серцевини		
Стан поставки	320±35	200±25	120	~25
P1	290±25		90	~40
P2	540±90		340	~35

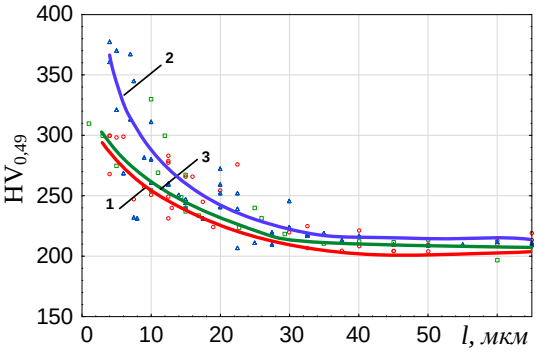


Рисунок 2 – Розподіл мікротвердості по перерізу зразків сплаву Zr-1%Nb після обробок за різними режимами *1- P1, 2- P2, 3-* перед ХТО

Мікроструктура

Згідно з отриманим результатами для мікроструктури приповерхневого шару досліджуваного сплаву Zr1%Nb перед ХТО (режим *P1*), характерна текстура прокатки – витягнуті зерна вздовж напряму прокатки. Обробка у вакуумі різного ступеня розрідження (за режимами *P1-P2*) забезпечує зняття текстури прокатки. Мікроструктура ж приповерхневого шару металу після обробок за режимами *P1-P2* помітно не відрізняється. Причиною відсутності видимих змін у приповерхневому шарі металу після обробок *P1-P2* є невисока температура (*T* = 580°C) та мала тривалість (τ = 3 год) обробки.

Втомна довговічність

Згідно з результатами випробувань обробка за режимом *Р2* у порівнянні з обробкою у високому вакуумі за режимом *Р1* позитивно вплинула на втомну довговічність сплаву Zr1%Nb за чистого згину в діапазоні амплітуди деформації $\pm\varepsilon_a$ = 0,8…1,0%: при амплітуді деформації $\pm\varepsilon_a$ = 0,9% кількість циклів до руйнування збільшується з 72 тис. до 100 тис. циклів відповідно (рис. 3).

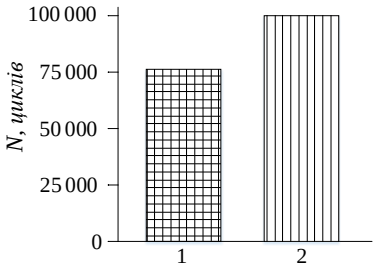


Рисунок 3 – Втомна довговічність за чистого згину цирконієвого сплаву Zr1%Nb за $\pm\varepsilon_a$ = 0,9%: після обробки режимами *1 – Р1* та *2 – Р2*

Особливості руйнування

Показано, що після вакуумного відпалу *Р*1 за чистого згину руйнування досліджуваного сплаву відбувається за змішаним типом: спостерігаються скольні фасетки невеликих розмірів і незначні деформаційні гребені, які їх оточують (рис. 4 *б, в*), а на відстані 15…30 мкм від поверхні відбувається перехід до суцільного в'язкого руйнування. На зразках із модифікованим приповерхневим шаром, для яких зафіксовано підвищення втомної довговічності, спостерігається в'язкий характер руйнування приповерхневого шару за наявності незначної кількості дрібних скольних фасеток та за істотного збільшення розміру деформаційних гребенів (рис. 4 *д, е*).

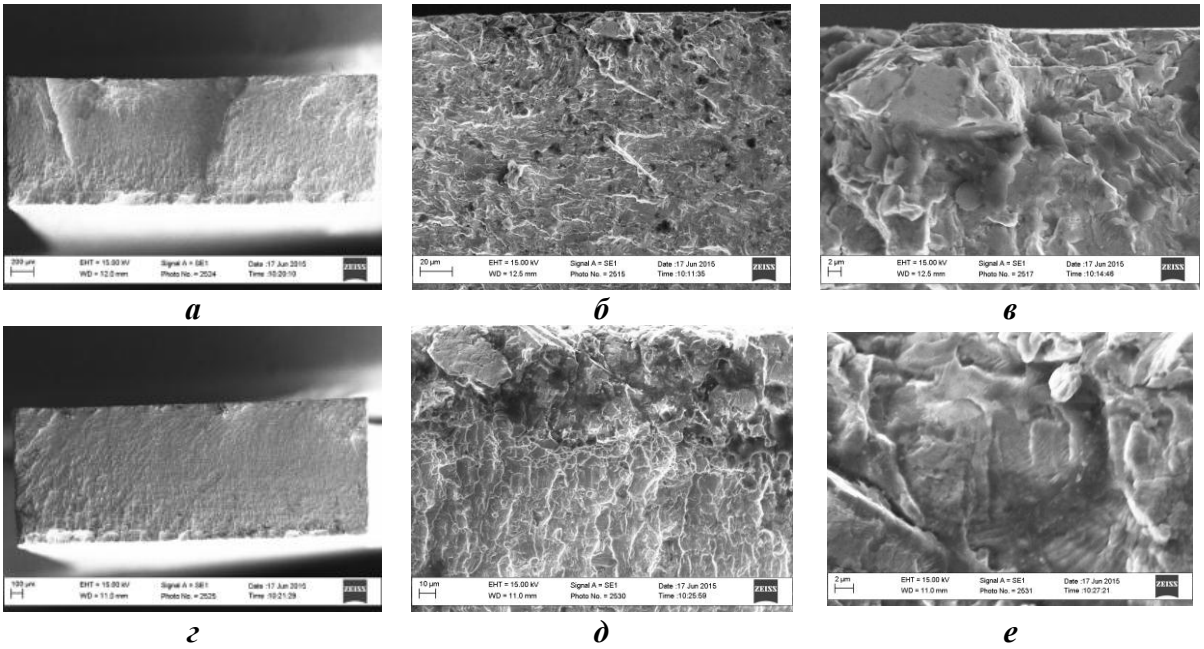


Рисунок 4 – Злами зразків сплаву Zr1%Nb при різних збільшеннях після випробувань за чистого згину при амплітуді деформації $\pm\varepsilon_a$= 0,9% та після обробки за режимом *Р1* (*а, б, в*) та *Р2* (*г, д, е*): *а, г* – х35, *б, д* – х500, *в, е* – х2000.

Висновки

Встановлено режим ХТО, який забезпечує підвищення втомної довговічності цирконієвого сплаву Zr-1%Nb відносно відпалу у вакуумі. Встановлено, що на зразках для яких зафіксовано підвищення втомної довговічності, спостерігається в'язкий характер руйнування приповерхневого шару за наявності незначної кількості дрібних скольних фасеток та істотного збільшення розміру деформаційних гребенів.

Бібліографія

[1] Физическое материаловедение: Учебник для вузов. В 6 т. / Под общей ред. Б.А. Калина // Том 6. Часть 1. Конструкционные материалы ядерной техники. / Б.А. Калин, П.А. Платонов, И.И. Чернов, Я.И. Штромбах. – М.: МИФИ, 2008. – 672 с.

[2] Войтович, Р. Ф. Окисление циркония и его сплавов / Р. Ф. Войтович; АН УССР, Ин-т пробл. материаловедения им. И. Н. Францевича. – Киев : Наук. думка, 1989. – 287 с.

[3] Черняева Т.П. Влияние кислорода на механические свойства циркония / Т.П. Черняева, А.И. Стукалов, В.М. Грицина // Вопросы атомной науки и техники. Серия: Вакуум, чистые материалы, сверхпроводники (12). – 2002. – №1. – С. 96-102.

[4] Clara Anghel Modified oxygen and hydrogen transport in Zr-based oxides // Clara Anghel // Doctoral Thesis Division of Corrosion Science Department of Materials Science and Engineering Royal Institute of Technology. Stockholm, Sweden, 2006. – P-256/

[5] Nikulin S.A. Fracture resistance of Zr-Nb alloys under low-cycle fatigue tests / S.A. Nikulin, A.B. Rozhnov, A.Yu. Gusev, et al. // Journal of Nuclear Materials 446 (2014) P.-10-14.

УДК 621.793.74

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНОСОСТІЙКІСТІ ПЛАЗМОВИХ ПОКРИТТІВ СИСТЕМИ NI-CR-B-SI МОДИФІКОВАНИХ КЕРАМІЧНИМИ НАНОПОРОШКАМИ

Фурман В. К., аспірант, luga-sava@mail.ru;
Чорний А. В., к.т.н., black803@gmail.com;
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», Київ, Україна

Підвищення надійності сучасної техніки, зниження собівартості її експлуатації, забезпечення конкурентоспроможності, а також подовження ресурсу експлуатації обладнання є досить актуальним завданням для багатьох технологій приладо- та машинобудування.

Застосування технологій нанесення захисних покриттів, серед яких газотермічні процеси, які в даний час займають найбільш значне місце, є одним з кардинальних шляхів вирішення даної проблеми. Але використовуючи існуючі в даний час обладнання, матеріали та технології плазмового напилення, не завжди можливо значно зменшити вплив таких процесів, як зношення тертям, корозія, кавітація і збільшити такі властивості, як адгезійна міцність та щільності покриття. Тому, одним з ефективних способів керування структурою

та підвищення експлуатаційних властивостей напилених покриттів, вважається введення в матрицю добавок нанокомпонентів. Серед перспективних для практичного застосування є різноманітні види нанопорошків оксидів, карбідів, нітридів металів [1].

Однак є проблеми, такі як наявність пористості від 0,5 до 1,8 %, окислення на верхній або міжфазній межах, що в кінцевому підсумку знижує службові властивості виробів з такими покриттями. Для вирішення цих питань використовують, наприклад, термообробку поверхні.

Так в роботі [2] захисні покриття системи Ni-Cr-B-Si-Fe піддавалися оплавленню поверхневого (або приповерхневого) шару, що призводить до перерозподілу елементів, складових покриття і підкладки, більш щільному і рівномірному розподілу мікро- і нанотвердості та зниження кількості пор.

Методика дослідження і матеріали

Для встановлення оптимальних значень вмісту нанокомпонентів у плазмових покриттях визначали зносостійкість, коефіцієнт тертя та мікротвердість. Процес зношення досліджували в умовах сухого тертя на машині СМЦ-2 за схемою ролик (контртіло загартована сталь У8) – плаский зразок з покриттям при навантаженні 3 кг. Мікротвердість отриманих покриттів визначали вдавленням алмазної піраміди Віккерса з навантаженні 0,98 Н на приладі ПМТ-3.

У якості нанокомпонентів застосовували оксид Al_2O_3 фракцією 50–60 нм, який вводився у концентраціях від 0,5 об.% до 5 об.%. Для приготування гомогенної порошкової суміші з мікро- та наночастинок застосовували механохімічну обробку в планетарному кульовому млині XQM-2 з додатковим вакуумуванням робочих ємностей.

Напилення порошків здійснювали плазмотроном з частково винесеною дугою і додатковим обдуванням плазмового струменя концентричним потоком захисного газу. Струм дуги встановлювався в межах 80–90 А, напруга 40–50 В, продуктивність до 4 кг/год із загальною витратою газу (аргону) 5 л/хв. Завдяки таким конструктивним особливостям і технологічним режимам, характер течії плазмового струменя був близький до ламінарного, що забезпечує сприятливі умови для збереження та переносу наночастинок у покриття.

Результати досліджень

Застосування нанодисперсного порошку оксиду алюмінію в поєднанні з частинками крупної фракції призводить до формування неоднорідної структури покриття. В частинці порошку, яка потрапляє на поверхню основи під час плазмового напилення зі швидкістю не більше 200 м/с відбуваються звичайні фізико-хімічні процеси, проте через наявність наночастинок умови формування покриттів змінюються. Деформація напилюваних частинок здійснюється при зниженій в’язкості та щільності, що може призводити до зменшення площі фізичного контакту та погіршення механічних властивостей зі збільшенням кількості нанопорошку в покритті.

Для створення однорідної структури зразки з напиленими покриттями піддавали оплавленню в муфельній печі при температурі (1050±20) °С впродовж 5 хв. Після оплавлення формувалась структура покриття у вигляді

матриці твердого розчину на основі нікелю з включенням фаз збагачених хромом.

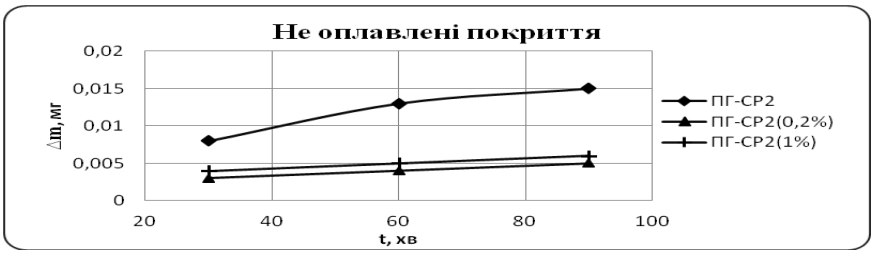


Рисунок 1. Кінетика зношування неоплавлених плазмових покриттів: 1-покриття з ПГ-СР2, 2-покриття з ПГ-СР2+0,2%Al_2O_3, 3-покриття з ПГ-СР2+1%Al_2O_3

Проведені випробування на зношування в умовах сухого тертя (рис. 3) показали, що діапазон оптимальних значень вмісту нанопорошку знаходиться в межах 0,2–1,0 об.% при застосуванні порошку на основі самофлюсівного сплаву системи Ni-Cr-B-Si (ПГ-СР2).

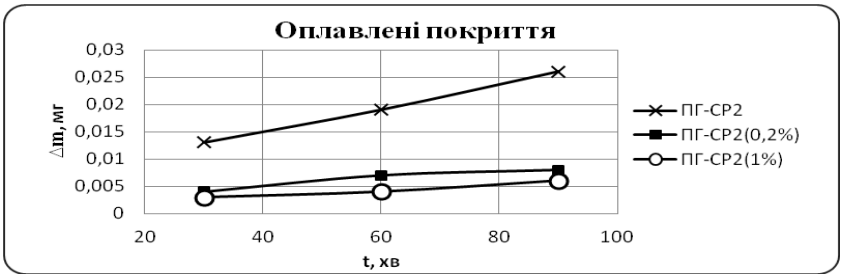


Рисунок 2. Кінетика зношування оплавлених плазмових покриттів: 1-покриття з ПГ-СР2, 2-покриття з ПГ-СР2+0,2%Al_2O_3, 3-покриття з ПГ-СР2+1%Al_2O_3

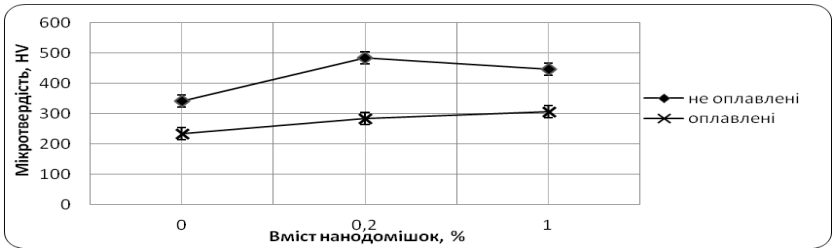


Рисунок 3. Порівняння мікротвердості плазмових оплавлених та не оплавлених покриттів ПГ-СР2 з додаванням 0,2% та 1% нанодисперсного порошку Al_2O_3

При порівнянні значень мікротвердості плазмових покриттів виявлено незначну залежність мікротвердості напилених шарів від збільшення концентрації нанорозмірних частинок (рис. 3). Максимальне значення мікротвердості встановлено при 1,5 об.% нанопорошку, і становить 4,8 ГПа. Найкраща відносна зносостійкість 5-6% при 0,2% Al_2O_3 нанопорошку.

Висновки

Встановлено, що оптимальне значення додавання нанодисперсного оксиду алюмінію до складу самофлюсівного порошку марки ПГ-СР2 складає 0,2% об'ємні долі. В результаті відбувається підвищення зносостійкості, міцності зчеплення та зменшення залишкових напружень плазмово-напилених покриттів.

Бібліографія

[1] І.В. Смирнов, М.А. Долгов, А.В. Черний, В.К. Фурман, І.А. Сєліверстов. Модифікування плазмово-напилених покриттів застосуванням плакованих та нанодисперсних порошків // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». Луцьк. – 2015. – Випуск № 51. – С. 199-204.

[2] А.Д. Погребняк, Ш.М. Рузимов, О.П. Кульментьева, В.С. Русаков, Д.Л. Алонцева, К.А. Дядюра, В.В. Понарядов. Некоторые особенности структуры и свойства покрытий на основе Ni (ПГ-19н-01) после дуплексной обработки // ФІП ФИП PSE 2005, т. 3, № 3-4, – С. 158-189.

УДК 621.01

СИНТЕЗ ВАЖІЛЬНИХ НАПРЯМНИХ МЕХАНІЗМІВ ЗА ЗАДАНИМИ ПАРАМЕТРАМИ ДІЛЯНКИ НАБЛИЖЕННЯ

Харжевський В.О., к.т.н., доц., vk@solidworks.net.ua
Хмельницький національний університет, Україна

В різних галузях сучасного машинобудуванні отримали широке використання механізми, виконавчі органи яких здійснюють рух за певною траєкторією [1,2,4]. Для цього можуть використовуватись різні типи механізмів, зокрема кулачкові. При певному співвідношенні розмірів ланок, ця задача може бути розв'язана за допомогою важільних механізмів, які містять у своєму складі лише нижчі кінематичні пари: це забезпечує більшу надійність та довговічність, дозволяє збільшити навантажувальну здатність машин та їх робочі швидкості, що особливо важливо при проектуванні машин-автоматів.

На рис. 1 показано приклад шарнірного чотириланкового механізму. Механізм працює наступним чином: при неперервному обертовому русі кривошипа *r*, шатунна точка *D* механізму викреслює шатунну криву, яка на певній ділянці довжиною *L* наближається з деякою точністю до прямої лінії.

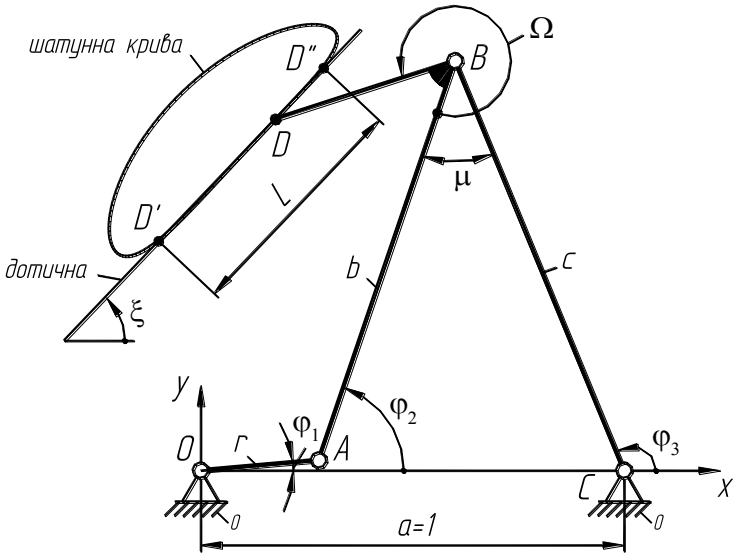


Рис. 1. Важільний прямолінійно-напрямний механізм на базі шарнірного чотириланкового механізму

Однак одним із суттєвих недоліків важільних механізмів є їх досить складний синтез. Як відомо, існує два основних напрямки у синтезі таких механізмів: 1) алгебраїчні методи Чебишева, що полягають у використанні умов найкращого наближення функцій [1,4]; 2) методи кінематичної геометрії, що засновані Бурместером та знайшли подальший розвиток у німецькій школі теорії синтезу механізмів. Основний принцип цих методів полягає у пошуку в шатунній площині кратних вузлів інтерполяції, які можна прийняти за шатунні точки механізму. Одними з таких точок є точки розпрямлення 5-го порядку, що і використовувались в даній роботі при проведенні досліджень [3].

Важливою задачею при проектуванні напрямних механізмів є їх синтез за заданими параметрами ділянки наближення, основними з яких є довжина ділянки наближення L та її кут нахилу ξ. Як встановлено, відомі методи, які дозволяють визначати інтервал наближення лише за заданою точністю наближення, в багатьох випадках забезпечують гірші кінематичні характеристики отриманих механізмів підчас робочого ходу.

Внаслідок проведених досліджень, за допомогою аналітично-числового методу з використанням безрозмірного коефіцієнту граничної швидкості, складені алгоритми та відповідне програмне забезпечення, побудовані діаграми, що дозволяють проводити синтез вказаних механізмів за заданими параметрами прямолінійної ділянки наближення. На рис. 2 та рис. 3 показано приклади результатів проведених розрахунків – діаграму зміни довжини L прямолінійної ділянки шатунної кривої та кута її нахилу ξ.

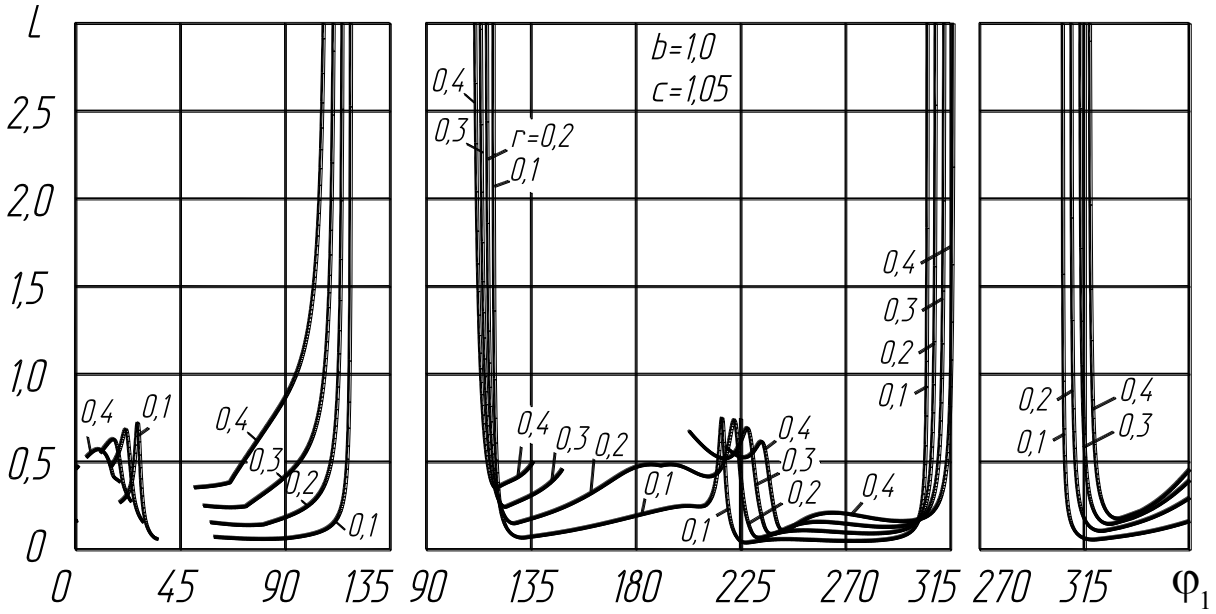


Рис. 2. Діаграма зміни довжини прямолінійної ділянки шатунної кривої

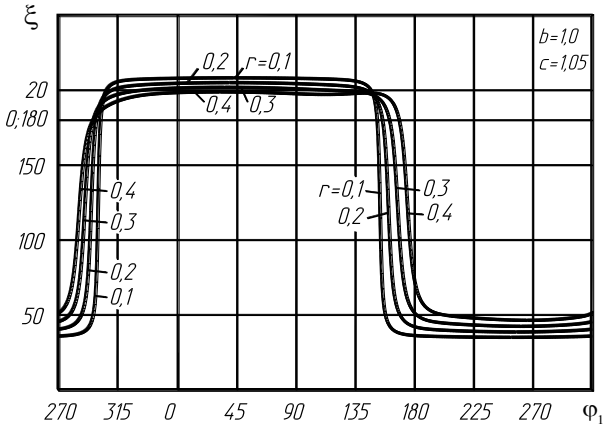


Рис. 3. Діаграма зміни кута нахилу прямолінійної ділянки шатунної кривої

Дослідження планується продовжити в напрямку проведення оптимізаційного синтезу таких механізмів за різними критеріями.

Бібліографія

[1] Киницкий Я.Т. Шарнирные механизмы Чебышева с выстоем выходного звена /Я. Т. Киницкий. – К. : Вища школа, 1990. – 232 с.

[2] Харжевський В.О. Синтез важільних механізмів із зупинкою вихідної ланки методами кінематичної геометрії: монографія /В.О. Харжевський. – Хмельницький : РВЦ ХНУ, 2015. – 223 с.

[3] Харжевський В.О. Метод синтезу важільних прямолінійно-напрямних механізмів з використанням точок розпрямлення 5-го порядку //Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки – 2015.– №5 (229) – С. 62-67.

[4] Gassmann V. Synthese von Geradführungen mit ebenen Viergelenkgetrieben, Hamburg, Universität der Bundeswehr Diss., 2000. – 102 p.

УДК 621.791

ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ РОЛИКОВИХ ЕЛЕКТРОДІВ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ МАСЛЯНИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ

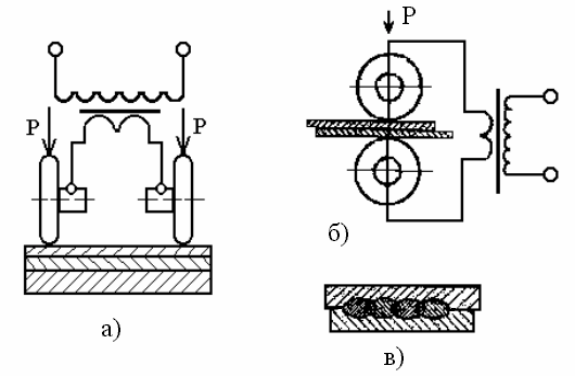
Шостак С.В., магістр гр. ТВМ мб 11-1
Вичавка А.А., аспірант
Бабак О.П, к.т.н., доцент
Хмельницький національний університет, Україна

Контактне шовне зварювання - різновид контактного зварювання, при якому між зварюваними заготовками утворяться міцне і щільне з'єднання. Електроди виконують у вигляді плоских роликів, між якими пропускають заготовки, які зварюють.

У процесі контактного шовного зварювання листові заготовки з'єднують внахлест, затискають між електродами та пропускають струм. При руху роликів по заготовках утворюються перекриваючі один одну зварні точки, у результаті чого виходить суцільний геометричний шов. Шовне зварювання застосовують у масовому виробництві при виготовленні різних посудин. Товщина листів, що

зварюють, становить 0,3 - 3 мм. Шовним зварюванням виконують ті ж типи зварених з'єднань, що і точковим, але використовують в основному для отримання герметичного шва.

Роликовим (шовним) зварюванням називають зварювання послідовними точками з контрольованим інтервалом.



Схеми шовного контактного зварювання: а – одностороння; б – двостороння; в – розріз зварного шва.

При виготовленні ємностей перевагу мають з’єднання з відбортовкою. При такому з’єднанні деталь під час зварювання не вводиться в зварювальний контур машини, тобто, залишається постійною величина сили зварювального струму.

Варіанти реалізації способу визначаються конструкцією використання для неї зварювальних машин. Зварювання таким способом може виконуватися і на машині для точкового контактного зварювання за умови великої швидкості виконання точок (від 300 до 1000 точок за хвилину). У цьому випадку необхідно використовувати машини з малою інерційністю системи стискання. Переміщення деталі вручну носить випадковий характер, і періодичність проходження точок буде залежати винятково від професіоналізму оператора. Для виключення нерегулярності проходження точок електроди класичної зварювальної машини заміняються роликами, обертанням яких може керувати сама машина.

При підготовці поверхонь до контактного шовного зварювання повинні виконуватися три основні вимоги: у контактах електрод (ролик) - деталь повинен бути забезпечений як можна менший електричний опір (Re-д → min), у контакті деталь - деталь опір повинен бути однаковим по всій площі контакту. Сполучувані поверхні деталей повинні бути рівними, площини їхнього стику при зварюванні повинні співпадати.

Критерієм якості підготовки поверхні є величина контактних опорів Re-д і Rд-д. Для їхнього виміру деталі замикають між електродами-роликами зварювальної машини, і зварювальний струм вмикають. Опір вимірюють мікроомметром за допомогою щупів. Для сталей опір більше 200 мкОм свідчить про погану якість поверхні. Високий опір Re-д приводить до перегріву електродів і підплавленню поверхні деталей, внаслідок чого відбувається

зовнішній і внутрішній виплеск металу і утворюється надмірна вм'ятина під електродами-роликами.

Щоб забезпечити точність, складання деталей роблять у пристосуваннях: універсальних - в одиничному і малосерійному виробництві і спеціальних - у багатосерійному і масовому. Для фіксації деталей використають їхні технологічні отвори, виступи, рельєфи. Деталі прихвачують у пристосуваннях і остаточно зварюють у вільному стані. Іноді в пристосуваннях виконують весь процес зварювання (як в нашому випадку при зварюванні маслорозширювача). Пристосування повинні забезпечувати вільний доступ електродів-роликів до місця зварювання, швидке і надійне закріплення деталей, точність складання і незмінність режиму зварювання.

Методика і результати експерименту випробування на зношування роликових електродів виконувалась по схемі контактного шовного зварювання, причому установка постійно охолоджувалась водою.

На підприємстві ВАТ „Укрелектроапарат” була спроектована і виготовлена установка для визначення величини зношування роликових електродів, яка складається з контактної шовної машини МШП-100-13, корпуса маслорозширювача серійного трансформатора ТМ-400 і дно, яке було виготовлене для цих випробувань, стіл для контактного шовного зварювання і ролика зажимного, ємність з водою для охолодження. Принцип роботи установки полягає в наступному: протягом чотирьох годин в контактній шовній машині зварювались корпус маслорозширювача і дно (спочатку були встановлені ролики з міді М1, потім з бронзи БрХ), причому корпус маслорозширювача постійно обертався і проходив через ємність з водою охолоджуючись. Вимірювання ширини ролика проводились через 20 хв, 90 хв, 150 хв, 240 хв. мікрометром МРИ 200 /150-200/ ГОСТ 4381-87. Результати вимірювань і визначення величини зношування для роликових електродів з міді М1 і бронзи БрХ наведені нижче.

Порівняння результатів розрахунків на зношування показав, що зношування ролика з бронзи БрХ на 31% менше, ніж зношування ролика з міді М1.

$$\frac{U_{w2}}{U_{w1}} = \frac{k_w \cdot G_2^{\,m_{w2}}}{k_w \cdot G_1^{\,m_{w1}}} \tag{1}$$

$$\frac{U_{w2}}{U_{w1}} = \frac{7{,}845 \cdot 10^{-11} \cdot 1{,}81^{1{,}23}}{4{,}117 \cdot 10^{-11} \cdot 2{,}01^{1{,}34}} = 0{,}31 \cdot 100\% = 31\%$$

Таким чином, з розрахунку на зношування ми бачимо, що менше зношується роликовий електрод з бронзи БрХ, це пов’язане з тим, що при введенні в основний метал легуючих елементів, твердість сплаву збільшується приблизно в 1,3 рази, найбільше поширення отримали кадмій, хром, срібло, кобальт та ін. Зазвичай їх кількість не перевищує 1-1,5 %, щоб зберегти високу

тепло- і електропровідність сплавів. Але ще якщо після легування основного металу провести холодну деформацію, термічну або термомеханічну обробку ці сплави в 1,5-2 рази збільшують твердість і жаростійкість, зберігаючи високу електропровідність

Метал роликів повинен мати високу тепло-, електропровідність, (для зменшення температури робочої поверхні і електричних втрат), високу жаростійкість і гарячу твердість (для підвищення опору пластичної деформації і обмеження розплющення робочої поверхні), малу здатність до взаємодії з металом деталей (для підвищення стійкості робочої поверхні до забруднення).

Мідь найбільше відповідає першій вимозі, але вона має низький опір деформації при підвищеній температурі, тому найбільше застосування знайшли різні сплави на основі міді. Твердість і міцність міді можна підвищити різними способами: наклепом, легуванням міді з утворенням твердого розчину, виділенням з пересиченого твердого розчину дисперсних фаз, утворенням по границям зерен тугоплавкого каркасу.

На опір пластичній деформації робочої поверхні роликів великий вплив дає температура рекристалізації сплаву. Тому для її підвищення в сплави часто вводять в малих кількостях додаткові елементи: берилій, бор, титан, цирконій та ін. Щодо опору забрудненню, то можливості регулювання цього процесу при використанні в якості основи міді дуже обмежені.

Отримані результати є теоретичною основою для розробки і оцінки ефективності методів підвищення ресурсу роликів контактного зварювання.

Бібліографія

[1] И. В. Крагельский, М. Н. Добычин, В. С. Комаров "Основы расчетов на трение и износ", Москва, Машиностроение, 1977 г.

[2] Кузьменко А. Г. "Методи розрахунків і випробувань на зношування і надійність"/ Навч. посіб. – ХНУ. Хмельницький – 2002 р. Б.Д. Орлова „Технология и оборудование контактной сварки”; Москва, «Машиностроение»;1975 г

УДК 621.891.78

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НАНОПОРОШКІВ НІТРИДІВ НА КОРОЗІЙНУ СТІЙКІСТЬ КОМПОЗИЦІЙНИХ ЕЛЕКТРОЛІТИЧНИХ ПОКРИТТІВ НА ОСНОВІ НІКЕЛЮ

Яворська Н. М., к.т.н., доц.
Підгайчук С. Я., к.т.н., доц.
Дробот О. С., к.т.н., доц.
Хмельницький національний університет, Україна

Композиційні покриття застосовуються в машинобудуванні для підвищення надійності та довговічності деталей машин, приладів, підвищення

їх якості та ефективності роботи. Розв'язання таких проблем, як боротьба з корозією та зносом деталей машин, здешевлення вартості виробів, невід'ємно пов'язане із зміцненням їх поверхневих шарів.

Відомі розробки композиційних електролітичних покриттів (КЕП) на основі нікелю, в яких дисперсною складовою виступають гранули жаростійких сплавів, наночастинки SiC, аморфний бор структури Me-$Me_{2-3}B$ [1].

В даній роботі наведені дослідження корозійної стійкості зносостійких КЕП на основі нікелю з добавкою нанопорошків нітриду бору та суміші нітридів силіцію і титану [2]. Товщина покриттів складала 20 мкм. Для покращення адгезійних властивостей та отримання на поверхні деталей визначеного складу покриттів, було застосовано термічну обробку покриттів: дифузійний відпал (температура відпалу 760°С та 860°С, тривалість витримки 1, 2, 3 год.).

Досліджено вплив нановключень на корозійну стійкість нікелевих покриттів. Досліди проводились в середовищі хлору (вода водопровідна). Дане середовище найбільш часто використовується для дослідження покриттів, які застосовуються для захисту від корозії теплообмінних труб та їх з'єднувальних елементів в атомній та тепловій енергетиці, а також деталей виробів харчової промисловості.

Введення в нікелеві шари наночастинок нітриду бору та суміші TiN + Si_3N_4 підвищують корозійну стійкість КЕП без термічної обробки (в 1,35 та 1,7 разів відповідно). Корозійна стійкість даних покриттів за десятибальною шкалою найвища, відноситься до групи "абсолютно стійкі", бал стійкості 1.

Таке покращення корозійних властивостей пов'язано із сповільненим поширенням та рівномірним розподілом корозійного струму навколо центрів, які створюють включення BN і суміші TiN + Si_3N_4 в нікелевій матриці, а також їх власною хімічною стійкістю.

Проведена термічна обробка КЕП збільшила швидкість корозії досліджуваних зразків (за рахунок дифузійного проникнення заліза на поверхню зразка). Однак, незначне збільшення швидкості корозії для КЕП на основі нікелю, не спостерігається для КЕП з добавкою нітридних включень (відпал проведено при Т=760°С, Т=860°С, протягом τ=1 год), такі покриття мають низьку швидкість корозії і відносяться до групи "абсолютно стійкі", бал стійкості 1 та «дуже стійкі», бал стійкості 2. Зменшення швидкості корозії зумовлено сповільненим дифундуванням Fe в Ni покриття за рахунок бар'єру, створеного тугоплавкими нітридами.

Для визначення корозійної стійкості важливими є не тільки корозійні втрати, але й характер руйнування покриттів. Металографічними дослідженнями не виявлено міжзереного корозійного руйнування, що пов'язано з утворенням пасиваційної плівки на поверхні досліджуваних зразків (рис. 1).

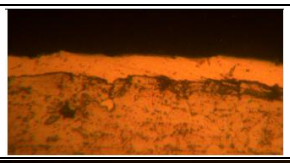
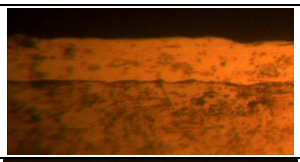
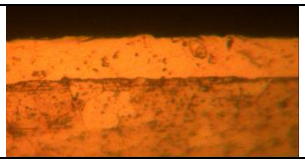
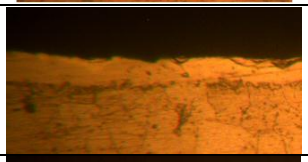
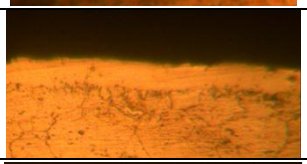
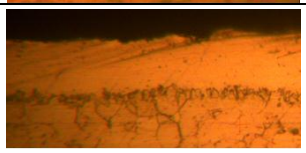
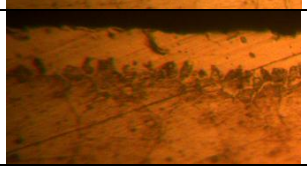
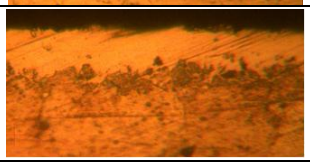
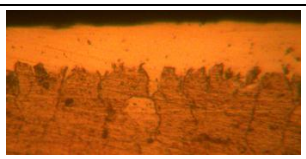
Режими відпалу	Покриття гальванічного Ni	Покриття гальванічного Ni з нановключеннями нітридів бору	Покриття гальванічного Ni з нановключеннями суміші нітридів $TiN + Si_3N_4$
Без відпалу			
$T = 760^\circ C$ $\tau = 1\ год$			
$T = 860^\circ C$ $\tau = 1\ год$			

Рис. 1. Металографічні дослідження покриттів після випробувань на корозійну стійкість х500.

Бібліографія

[1] Пат. 65018. Україна, МПК C25D 15/00. Склад для одержання зносостійких композиційних електролітичних покриттів на основі нікелю для роботи при підвищених температурах / Кіндрачук М. В., Корнієнко А. О., Федорчук С. В., Лучка М. В., Перро Д. М., Подлєсний В. В.; заявник та патентовласник Національний авіаційний університет – № u 2011 05006; заявл. 20/04/2011; опубл. 25.11.2011, Бюл. № 22.

[2] Пат. 29705. Україна, МПК C25D 15/00. Склад для отримання КЕП на основі Ni з добавками нанорозмірних нітридів / Покришко Г. А., Дробот О. С., Підгайчук С. Я., Яворська Н. М.; заявник та патентовласник Хмельницький національний університет – № u 2007 10329; заявл. 17/09/2007; опубл. 25.01.2008, Бюл. № 2.

УДК 621.314.5

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ КОНТРОЛЕР РОЗПОДІЛЕННЯ МЕРЕЖІ

Прибега Д.В. к.т.н., доцент
Україна, ХНУ
pribegadv@i.ua

Постановка проблеми.

В останні роки в Україні все більшої популярності отримує альтернативна енергетика. Це пов’язано зі зростанням вартості газу з боку економічного партнера Росії, та зменшенням видобування вугілля на сході

України.

В статті розглядається альтернативні види отримання електричної енргії. До таких видів відносять відрову та сонячну енергії. Незалежно від виду енергії всі альтернативні системи містять в своєму складі контролери, інвертори напруги та акумуляторні батареї (АКБ) [1]. Важливим під час експлуатації АКБ є контроль її параметрів, а саме напруги та температури . При різкому просіданні напруги та перевантаженні потужності споживання АКБ зменшується термін її експлуатації. В даних системах АКБ є найбільш коштовним елементом, тому збільшення терміну їх експлуатації є актуальним завданням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

В системах отримання альтернативних джерел енергії застосовують АКБ різних типів, з метою збільшення терміну їх експлуатації, широко застосовують системи контролю заряду-розряду АКБ. Проте обладнання для контролю рівня заряду, що містить в собі систему автоматичного з альтернативної мережі на основну мало досліджено.

Автори [1, 3] описують необхідність застосування та основні види систем контролю рівня заряду на базі існуючих технічних рішень закордонних фірм виробників. Дане обладнання містить контролер та датчики рівня напруги або струму споживання з боку АКБ. Проте такі готові рішення мають ряд недоліків: системи розраховані на потужні станції, відсутні системи захисту по перевантаженню, висока вартість.

Тому розробка інтелектуального розподілу мережі та програмного забезпечення для запропонованого обладнання є актуальним завданням.

Формулювання цілей статті.

З метою підвищення терміну експлуатації АКБ, покращення якості енергопостачання від альтернативної системи необхідно розробити пристрій для автоматичного розподілу мережі між альтернативною та класичною системою з одного боку та споживачем з іншого, а також програмне забезпечення, що узгоджуватиме роботу всіх силових, вимірювальних та виконавчих пристроїв, а також забезпечить можливість роботи установки при різних режимах енергоспоживання будь-якої потужності.

Виклад основного матеріалу досліджень.

В основу розробки покладено завдання розробки пристрою моніторингу рівня заряду акумуляторної батареї альтернативної системи енергопостачання, а також переключення між альтернативної та традиційною енергетичними мережами у випадку різкого перевищення струму споживання та зниження рівня заряду АКБ. Структурна схема апаратно-програмного комплексу наведена на рисунку 1.

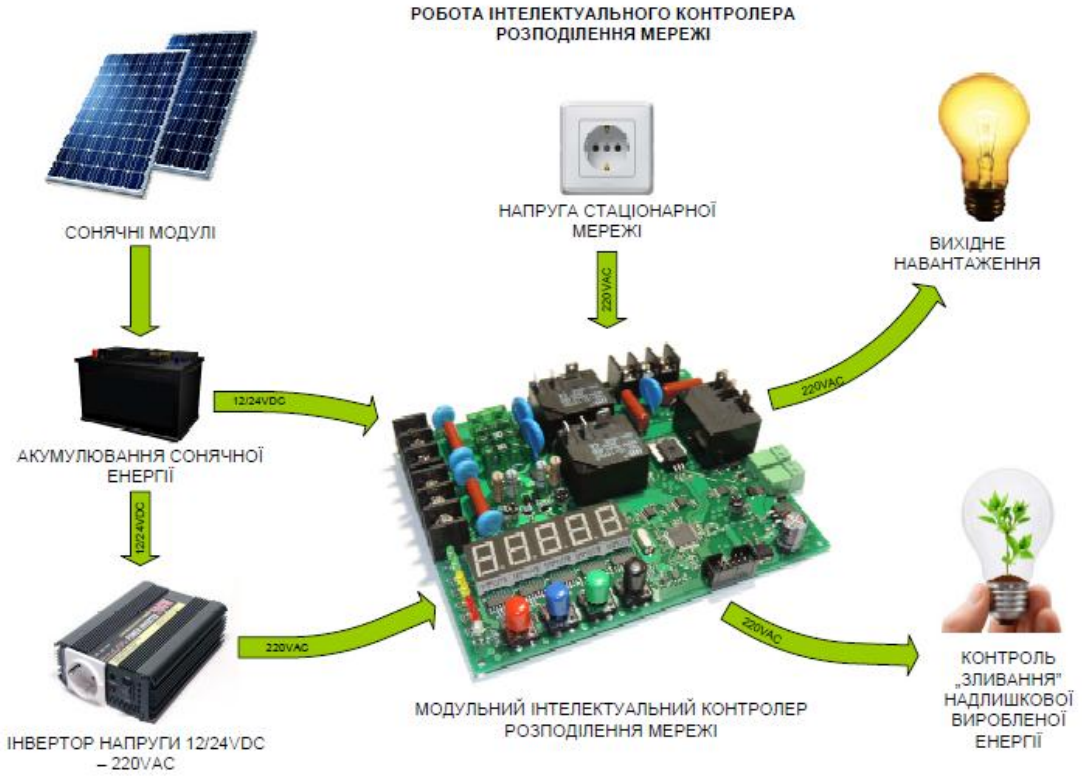


Рис. 1. Структурна схема апаратно-програмного комплексу

При проектуванні було розроблено технічне завдання. Вимоги до конструкції наступні:

1. Програмний вибір пріоритету роботи системи від мережі або від АКБ
2. При роботі від мережі у разі знеструмлення забезпечити автоматичне миттєве перемикання на АКБ, при усуненні несправності з боку електромережі система перемикається в початковий стан через заданий проміжок часу в інтервалі від 10 до 20 сек.
3. У випадку зниження напруги електромережі менше 170 В (межа задається програмно) система автоматично перемикається на АКБ. При відновлені напруги до рівня 185 В перемикається на мережу через заданий проміжок часу в інтервалі від 10 до 20 сек.
4. Якщо напруга АКБ зменшилась до рівня менше 20-23 В (задається для 24 В АКБ) або від 10 до 11 В (для 12 В АКБ) система перемикається на мережу миттєво. При зарядженні акумулятора до 24-30 В (12-14 В для 24В АКБ) система перемикається на АКБ через заданий проміжок часу в інтервалі від 10 до 20 сек.
5. Якщо потужність споживачів при роботі від АКБ перевищує межу від 0,5 до 5 кВт (задається програмно) – система автоматично перемикається на мережу. Зворотне переключення відбувається при зменшенні споживання у вказаній межі через заданий проміжок часу в інтервалі від 10 до 20 сек.

В результаті було спроектовано систему, що містить плату управління та програмне забезпечення, що задовольняє всі технічні вимоги. Загальний вигляд та функціональне призначення елементів плати керування

наведено на рисунку 2.

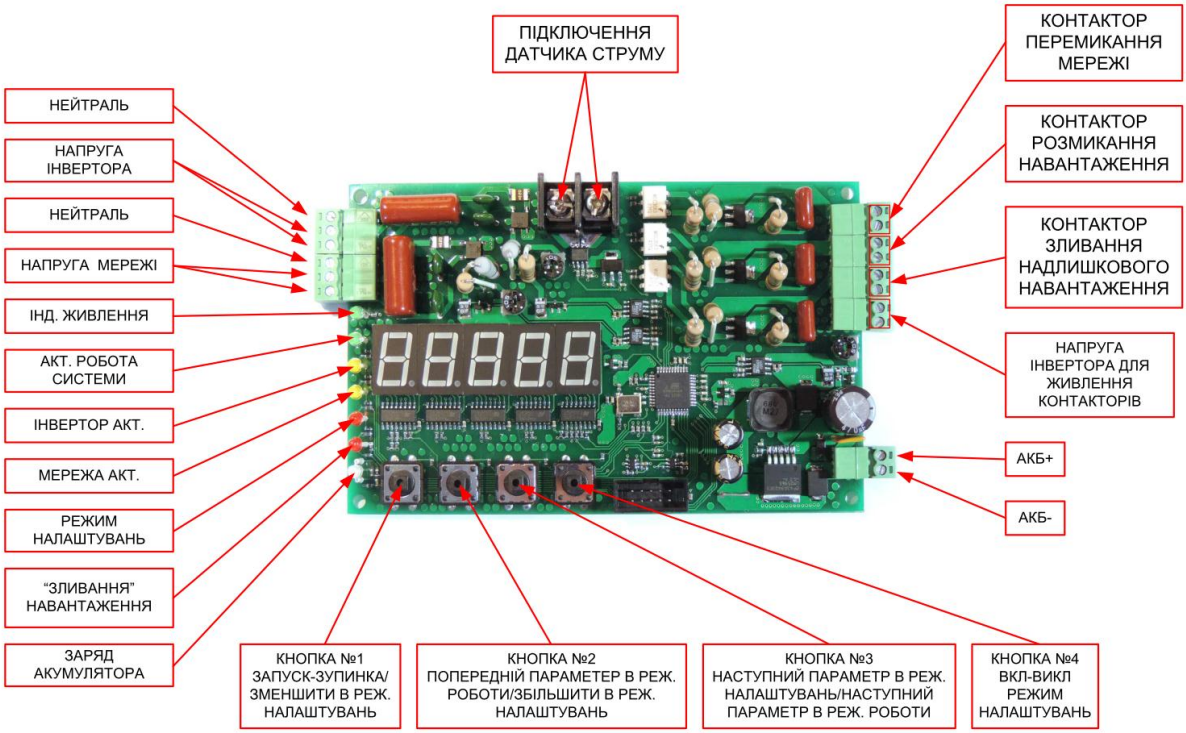


Рис. 2. Розміщення елементів управління на платі

Розроблено два варіанти системи інтелектуального розподілу мереж. Перший варіант для роботи зі споживачами загальної потужністю 5 кВт. В даній системі застосовуються потужні електромагнітні реле. Другий варіант передбачає підключення електромагнітного контактора. В цьому випадку потужність системи регламентується потужністю самого магнітного контактора.

Висновок. З метою збільшення терміну експлуатації АКБ та покращення якості енергопостачання розроблено пристрій для автоматичного розподілу мережі між альтернативною та класичною системою з одного боку та споживачем з іншого, а також програмне забезпечення, що узгоджує роботу всіх силових, вимірювальних та виконавчих пристроїв.

Бібліографія

[1] Бровка Н. В. Системы контроля литий-ионных и литий-полимерных аккумуляторных батарей // Компоненты и технологии. № 10 '2006, с -23-27.

[2] Козюков Д.А., Цыганков Б.К. Контроллеры заряда-разряда аккумуляторных батарей солнечных фотоэлектрических установок // Инновационная наука, №8. 2015 – С. 41-44.

[3] Калашник В.И. Регулятор заряда аккумуляторных батарей от солнечных панелей / В.И. Калашник, К.Р. Казаров, В.А. Черников // Механизация и электрификация сельского хозяйства. №1. 2015. – С. 20-22.

УДК 004.353.2

РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ВІДОБРАЖЕННЯ ГРАФІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ МЕТОДОМ МЕХАНІЧНОЇ РОЗГОРТКИ ЗОБРАЖЕННЯ

Коваль Є.О, студент 5-го курсу
Прибега Д.В. к.т.н., доцент pribegadv@i.ua
Хмельницький національний університет, Україна

Пристрої відображення графічної інформації методом механічної розгортки зображення відомі ще з початку появи перших телевізорів, але з приходом нових технологій та здешевлення уже існуючих, даний спосіб відображення інформації стає знову актуальним.

Пристрій для механічної розгортки містить нерухому опору 1, модульовані по яскравості точкові джерела світла, систем, що забезпечують переміщення джерел світла в просторі, систем, що забезпечують зв'язок між нерухомою опорою і джерелами світла, засоби для підведення живлення для джерел світла, засоби для приведення в рух точкових джерел світла. Як засоби, що забезпечують переміщення джерел світла в просторі і зв'язок між нерухомою опорою і джерелами світла, використовується механічна обертова система кінематична схема якої, наведена на рисунку 1.

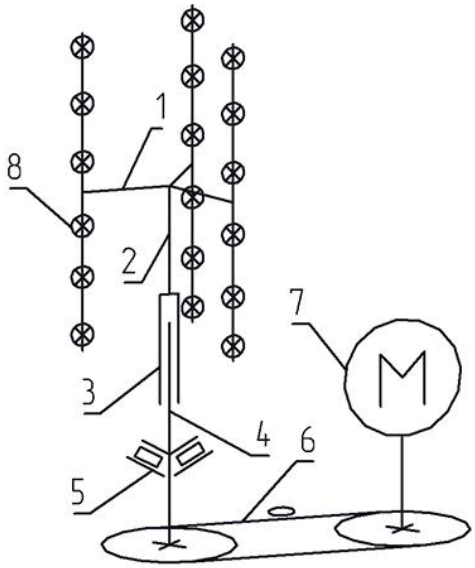


Рисунок 1 - Кінематична схема установки для реалізації механічної розгортки зображення

Обертова система 1 закріплена на валу 2 через телескопічне з’єднання 3 з валом 4 закріпленим на рамі через радіально упорний підшипник 5, та приводиться у рух електродвигуном 6 через гнучку пасову передачу 7. Для підведення живлення до модульованих по яскравості точкових джерел світла 8 використовуються гнучкі провідники та колекторна втулка.

Зображення будується на циліндричній поверхні уявного циліндра, висота якого дорівнює довжині планки з закріпленими на ній модулями. Кожен з модулів містить фіксовану та однакову кількість джерел світла (LED) - світло

діоди, до складу кожного з яких входить три кристали, червоного, синього, та зеленого кольорів. Світлодіоди розміщені послідовно один за одним у в здовж однієї лінії та мають фіксований інтервал один між одним. Дані світлодіодні модулі мають також спеціальні мікросхеми (драйвери), які отримують інформацію по провідникам, та курують яскравістю кожного з трьох кристалів світлодіоду, чим забезпечують відтворення потрібного кольору у потрібний момент часу. Складністю у відтворені кольору в даних системах, є те що інтенсивність світлового потоку кожного з кристалів світлодіоду керується не зміною напруги, а широтно-імпульсною модуляцією, тому при русі такого джерела світла у просторі з деякою швидкістю, виникає ефект штрих-пунктирної лінії. Даний ефект обумовлюється тим, що у всіх сучасних мікроконтролерах, та драйверах світлодіодів частота широтно-імпульсної модуляції є низькою для відтворення потрібної яскравості світлодіоду у дуже короткий проміжок часу, коли світлодіод проходить місце потрібного пікселя на уявному циліндрі. Рішенням проблеми частоти широтно-імпульсної модуляції було використання LED драйвера який має функцію швидкісного ШІМу (SPWM).

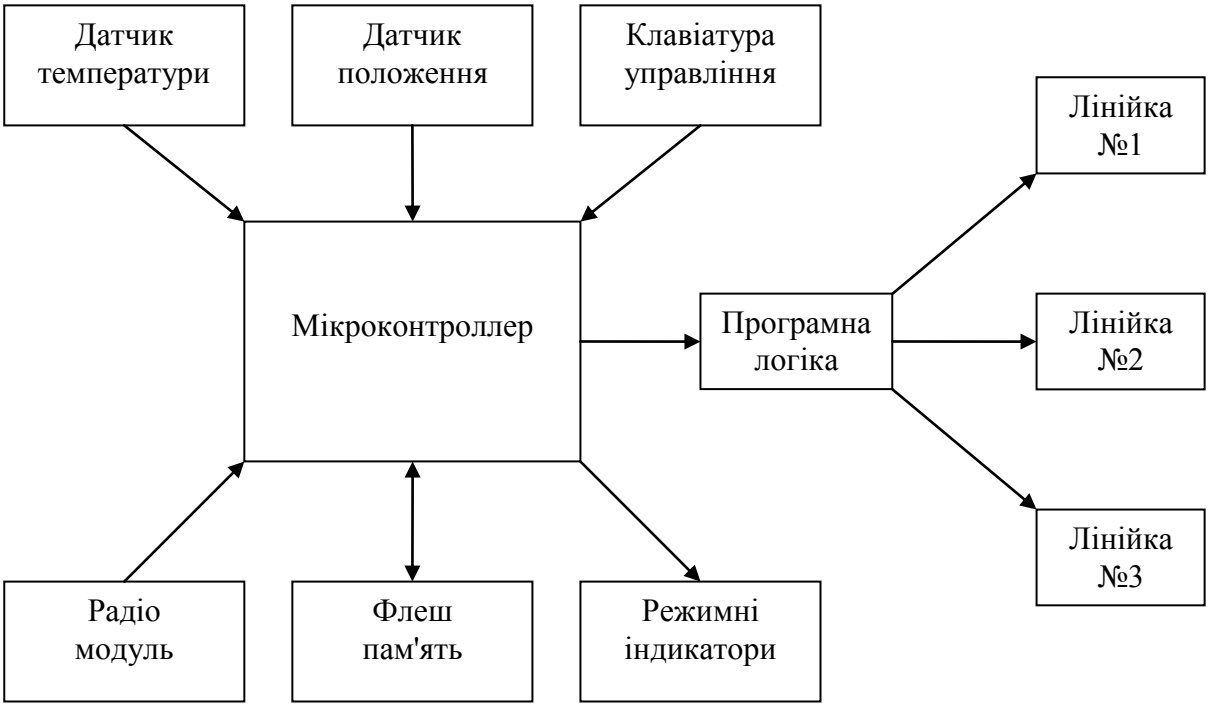


Рисунок 2 - Структурна схема блоку керування

На обертовій рамі що представлена віссю з встановленими на ній паралельно одна одній планками, які в свою чергу паралельні і даній осі, і розташовані на однаковій відстані від неї. Вісь закріплена на нерухомій рамі через підшипники кочення, та має змогу обертатись приводячись у рух електроприводом. Таким чином при обертанні осі з планками, кожен зі світлодіодів на цих планках утворює уявне коло діаметром циліндричної

поверхні зображення. Запалюючись потрібним кольором у потрібний час, отримуємо радіальну розгортку, що разом з іншими колами забезпечує матрицю зображення.

Блок керування групами світлодіодів рисунок [2], закріплений безпосередньо на обертовій рамі. Задачею даного блоку, є виконання наступних функцій: зняття та обробка даних про зображення з внутрішньої флеш пам’яті; отримання даних з зовнішніх джерел через радіо-модулі; запис даних у внутрішню флеш пам'ять; обрахування часу виводу кожного з пікселів на основі отриманих даних про швидкість обертання рами; передача запис даних у світлодіодні драйвери лінійок.

Бібліографія

[1] Пат. 2378567 Россія, МПК^6 F21V 21/00. Пристрій для здійснення механічної розгортки при формуванні зображення шляхом модуляції рухомого джерела світла/ В.П.Торчигин. – 2005135184/28; заявл. 15.11.2005; опубл. 10.01.2010, Бюл. № 1.

[2] Световое табло с круговой механической разверткой. [Електронний ресурс] : (сайт) / посвящённом микроконтроллерам и разработке электроники на микроконтроллерах. . – 2007–2015. – Режим доступу: http://eldigi.ru/articles/svetovoe_tablo_s_krugovoi_mexanicheskoi_razvertkoi–

ІНФОРМАЦІЙНЕ ПОВІДОМЛЕННЯ ПРО ПРОВЕДЕННЯ НАУКОВО-ТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ
у 2016р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ПЕДАГОГІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ПРОФЕСІЙНО-ТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ НАПН УКРАЇНИ
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ДЕПАРТАМЕНТ ОСВІТИ І НАУКИ ХМЕЛЬНИЦЬКОЇ ОДА
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ ОБЛАСНИЙ ЦЕНТР НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ТВОРЧОСТІ УЧНІВСЬКОЇ МОЛОДІ.
ТЕРИТОРІАЛЬНЕ ВІДДІЛЕННЯ МАЛОЇ АКАДЕМІЇ УКРАЇНИ У ХМЕЛЬНИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ .
НАУКОВО-МЕТОДИЧНИЙ ЦЕНТР ПРОФЕСІЙНО-ТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ ТА ПІДВИЩЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЇ ІНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГІЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ У ХМЕЛЬНИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ
ХМЕЛЬНИЦЬКІЙ ОБЛАСНИЙ ІНСТИТУТ ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ПЕДАГОГІЧНОЇ ОСВІТИ
ГО «УКРАЇНСЬКО-ПОЛЬСЬКИЙ ЦЕНТР ПОДІЛЛЯ»

Запрошують молодих вчених і винахідників навчальних закладів України прийняти участь в роботі Наукових заходів:

20 жовтня 2016р.

Подільський відкритий Конкурс науково-технічних робіт учнів та студентів

«Енергоефективність у промисловості, сільському, міському та домашньому господарствах».

Ваші попередні заявки та запити просимо надсилати організаційному комітету конкурсу до 20 вересня 2016р.

ЕЛЕКТРОННА АДРЕСА
для кореспонденції: KafedraMA@i.ua

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ПЕДАГОГІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНСТИТУТ ПРОФЕСІЙНО-ТЕХНИЧНОЇ ОСВІТИ НАПН УКРАИНЫ
ЛЮБЛІНСЬКА ПОЛІТЕХНІКА (РЕСПУБЛІКА ПОЛЬЩА)
ВІТЕБСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (РЕСПУБЛІКА БІЛОРУСЬ)
НАУЧНО-МЕТОДИЧНИЙ ЦЕНТР ПРОФЕСІЙНО-ТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ І ПІВИЩЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЇ ИНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГІЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ У ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ ОБЛАСТІ
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ ОБЛАСТНИЙ ІНСТИТУТ ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ПЕДАГОГІЧНОЇ ОСВІТИ
ГО «УКРАЇНСЬКО-ПОЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПОДІЛЛЯ»

Запрошують вчених, викладачів навчальних закладів і винахідників України прийняти участь в роботі ІІ Міжнародної наукової Інтернет-конференції

«ТЕХНІЧНА ТВОРЧІСТЬ МОЛОДІ – ШЛЯХ ДО ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ ДЕРЖАВИ»

яка відбудеться:
18 листопада 2016 року

Ваші заявки та запитання просимо надсилати
Організаційному Комітету конференції
до 10 жовтня 2016р.

Електронну адресу
Kafedra MA @i.ua

Здано до друку 11.04.2016 р.
Формат 60×84/16
Гарнітура Times New Roman, Arial. Умовн. друк. арк.10,9
Тираж 100 прим. Зам. №0411/16

Набір і друк здійснено ФОП Мартинюк О. О.
Україна, 29015, Хмельницький, вул. Інститутська, 5.