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

ТЕХНІЧНА ТВОРЧІСТЬ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

Випуск присвячено міжнародній конференції
«Актуальні проблеми розвитку
техніки та технологій»,
присвяченій
50-річчю
кафедри МАЕЕС

№3 вересень 2018 р.

№3 вересень 2018 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ПЕДАГОГІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНСТИТУТ ПРОФЕСІЙНО-ТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ НАПН УКРАЇНИ

Збірник наукових праць «Технічна творчість»

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

Хмельницький 2018, №3

Технічна творчість: Збірник наукових праць./ Укл.: Скиба М.Є., Поліщук О.С., Онофрійчук В.І. Хмельницький: ХНУ, 2018. – № 3 - 91 с.

Редакційна колегія:

Голова:	**Скиба М. Є.** - д.т.н., проф. член-кореспондент НАПНУ
Співголова:	**Радкевич В.О.** - д.п.н., проф., член-кореспондент НАПНУ
Заступник голови:	**Поліщук Олег Степанович** – к.т.н., доц.
Відповідальний секретар:	**Онофрійчук Володимир Іванович** – к.т.н.
Технічний редактор:	**Горященко К.Л. -** к.т.н., доц.

Члени редакційної колегії:
Бойко Ю.М. д.т.н., Бояр П. к.т.н. (Польща), Бурмістенков О.П. д.т.н., Гергель М. д.т.н. (Польща), Гордєєв А.І. д.т.н., Горященко С.Л. к.т.н., Диха О.В. д.т.н., Драпак Г.М. к.т.н., Защепкіна Н.М. д.т.н., Злотенко Б.М. д.т.н., Калда Г.С. д.т.н., Любчик В.Р. д.т.н., Майдан П.С. к.т.н., Мартинюк В.В. д.т.н., Місяць В.П. д.т.н., Мусял Я. д.т.н. (Польща), Олександренко В.П. д.т.н., Панасюк І.В. д.т.н., Петко І.В. д.т.н., Підченко 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)

Рекомендовано до друку Рішенням Вченої Ради Хмельницького національного університету
Протокол № 6 від 24.11.2016 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 2018
© Редакція Збірника наукових праць «Технічна творчість» 2018

ЗМІСТ

1. *М.А. Костюк, С.А. Костюк, М.М. Косіюк* ПРИСТРІЙ ДЛЯ ОБТОЧУВАННЯ НЕПОВНИХ СФЕРИЧНИХ ПОВЕРХОНЬ 6
2. *В.С. Кравчук, М.М. Косіюк* СФЕРО-ПЛАНЕТАРНИЙ СИЛОВИЙ АГРЕГАТ – ПЕРЕТВОРЮВАЧ ЕНЕРГІЇ ……. 8
3. *Б.А. Герасімов, Ю.В. Савицький* ПІДВИЩЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ЗБІРНИХ СВЕРДЕЛ ……. 10
4. *М.О. Кирилюк, Ю.В. Савицький* КЕРУВАННЯ ПОЛОЖЕННЯМ ШПИНДЕЛЯ НА ГІДРОСТАТИЧНИХ ОПОРАХ …… 12
5. *К.С. Соколан, Д.М. Приймак* ВПЛИВ ШВИДКОДІЇ СИСТЕМИ ЧПК НА ТОЧНІСТЬ ОБРОБЛЕННЯ ФРЕЗЕРУВАЛЬНИМИ ВЕРСТАТАМИ …… 14
6. *В.А. Сулима, В.П.* Ткачук КЕРУВАННЯ ПОЛОЖЕННЯМ ШПИНДЕЛЯ НА ГІДРОСТАТИЧНИХ ОПОРАХ …… 16
7. *А.В. Свінціцький, В.П. Ткачук* УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ЗАПИРАННЯ ТВЕРДОПАЛИВНОГО КОТЛА З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ЙОГО ЕКОНОМІЧНОСТІ ……. 18
8. *В.Д.Каразей, О.Р Демчук* ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ШТАМПА ДЛЯ ХОЛОДНОГО ВИДАВЛЮВАННЯ …… 20
9. *В.Д.Каразей, Є.В.Міноцький* ПІДВИЩЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ МУФТИ ЗЧЕПЛЕННЯ МОТОБЛОКА МОТОР СІЧ 21
10. *О.С.Дробот, О.М.Качур* РОЗРОБКА РЕЖИМІВ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ З СЕРЕДНЬО ВУГЛЕЦЕВИХ СТАЛЕЙ З УРАХУВАННЯМ СПАДКОВОСТІ СТУКТУРИ …… 23
11. *Є.А Урбанюк, Л.В.Присяжний, В.В. Романов* ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЧИСТОВОГО ОБРОБЛЕННЯ ФОРМОТВОРНИХ ПОВЕРХОНЬ ПУАНСОНІВ …… 25
12. *Є.А Урбанюк, Л.В.Присяжний, І.М.Тимченко* МОДЕЛЮВАННЯ ЧИСТОВОГО ОБРОБЛЕННЯ ФОРМОТВОРНИХ ПОВЕРХОНЬ МАТРИЦЬ …… 27
13. *В.В. Даховнік* ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТЕПЛОВОГО НАСОСА ПОВІТРЯ-ПОВІТРЯ …… 29
14. *Е.О. Золотенко, О.М. Синюк, А.Ю. Михайловський* ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ У МОЛОТКОВИХ ПОДРІБНЮВАЧАХ …… 32
15. *О.О. Коротич, Р.А. Троян* УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОБУТОВИХ ХОЛОДИЛЬНИКІВ …… 34
16. *Г.М. Драпак, О.Д. Зінчук* ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВІТРОЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ …… 36
17. *В.С. Неймак, Д.А. Кіналь* ОЦІНКА МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ АВТОНОМНОГО ПРИВОДУ ДЛЯ

ПРЕСОВОГО ОБЛАДНАННЯ МАШИН ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ …… 37
18. *А.М. Залізецький, І.Д. Колоднюк* РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ДІАГНОСТУВАННЯ ОБМОТОК КОРОТКОЗАМКНЕНИХ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ …… 39
19. *А.К. Карманіта, М.Ю. Гаманчук* ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИДАЛЕННЯ МЕТАЛОКОРДУ З ВІДХОДІВ ШИННОГО ВИРОБНИЦТВА …… 41
20. *М.В. Білицька, С.В. Смутко* СИМІСТОРНИЙ РЕГУЛЯТОР ПОТУЖНОСТІ ДЛЯ ПОБУТОВИХ ПРИСТРОЇВ …… 43
21. *О.М. Плакса, С.В. Смутко* РОЗРОБКА ЕКСЦЕНТРИКОВОГО МЕХАНІЗМУ ТРАНСПОРТУВАННЯ МАТЕРІАЛУ …… 45
22. *В.С. Притуляк, С.В. Смутко, Д.В. Прибега* РОЗРОБКА СХЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО РЕГУЛЯТОРА ТЕМПЕРАТУРИ НАГРІВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ …… 47
23. *В. Форманюк* РОЗРОБКА ФІЗИЧНОЇ МОДЕЛІ ДІЇ НВЧ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ НА НЕОДНОРІДНІ ДІЕЛЕКТРИЧНІ МАТЕРІАЛИ …… 49
24. *В.В. Олійник, А.М. Залізецький* РОЗРОБКА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ІНДУКЦІЙНОЮ НАГРІВАЛЬНОЮ УСТАНОВКОЮ …… 51
25. *В. Маленький, С.П. Лісевич* ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНІ ДЖЕРЕЛА В ПРОМИСЛОВОСТІ ТА ПОБУТІ …… 53
26. *Р.В. Фрей* ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТЕПЛОВОГО НАСОСА ПОВІТРЯ-ВОДА …… 55
27. *П.С. Майдан, О.О. Ткачук* РОЗРОБКА СТЕНДА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МАГНЕТРОНА МІКРОХВИЛЬОВОЇ ПЕЧІ …… 58
28. *Polishchuk A., Melnyk V., Lisevich S., Mroziński A.* THE DEVICE FOR THE RESEARCH A WIND GENERATOR WITH VERTICAL ROTATION AXIS …… 60
29. *Onofrijchuk V., Polishchuk O., Majewski W., Bojar P.* THE EXPERIMENTAL STAND FOR THE DETERMINATION OF THE THERMOMECHANICAL CHARACTERISTICS OF TEXTILE MATERIALS …… 62
30. *Mihajlovskij Yu., Polishchuk O., Giergiel M., Buratowski T.* THE DEVELOPMENT OF THE CONTROL SYSTEM OF THE HUMIDITY AND TEMPERATURE CONDITIONS OF THE GREENHOUSE …… 64
31. *Lisevich S., Polishchuk O., Musial Ja., Matuszewski M., Bromberek F.* STAND FOR THE DETERMINATION OF THE ELECTRIC PARAMETERS OF INDIVIDUAL FRICTION DRIVE OF SEWING MACHINE …… 66
32. *Polishchuk A., Lisevich S., Mania T., Mroziński A.* THE DEVELOPMENT OF THE EXPERIMENTAL STAND FOR

THE RESEARCH OF SOLAR MODULES …… 68
33. *Lozitskyi V., Polishchuk O., Lenik K., Kalinovska-Ozhgovich E.* THE DEVICE FOR THE BREAKING THE MATERIALS …… 70
34. *Lisovik A., Polishchuk A., Zalizeckyi A., Szulżuk-Cieplak J., Zubrzycki J.* PRODUCTION OF PARTS BY 3D-MILLING METHOD …… 72
35. *Skiba M., Polishchuk O., Musial Ja., Kałaczyński T.* THE DEVICE FOR THE DETERMINATION OF THERMAL CONDUCTIVITY OF HEAT-INSULATING MATERIALS …. 74
36. *Polishchuk O., Smutko S., Lenik K., Śniadkowski M.* THE DEVELOPMENT OF THE PRESS FOR THE SPLITTING OF ROCK FORMATIONS …… 76
37. *Litvinov O., Polishchuk A., Polishchuk O., Mroziński A., Bromberek F.* THE SYSTEM FOR RESEARCH OF THE EFFECTIVENESS OF SOLAR PANELS …… 78
38. *Polishchuk O., Burmistenkov O., Karmalita A., Muślewski Ł.* THE DEVICE FOR THE RESEARCH OF CUTTING OPERATION OF FOOTWEAR MATERIALS IN THE STATIC MODE …… 79
39. *Б.В. Ткачук, П.В. Шинкарук* ОГЛЯД КРИПТОГРАФІЧНИХ СИСТЕМ ШИФРУВАННЯ …… 81
40. *Tomasz Mania, Rafał Andrzejczyk* ANALIZA EGZERGII W UKŁADACH POMP CIEPŁA …… 84
41. *Tomasz Mania, Rafał Andrzejczyk* EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNA CIEPŁA ODPADOWEGO W SYSTEMACH CHŁODZENIA …… 87
42. *Mariusz Giergiel, Tomasz Buratowski* POSSIBILITIES OF FUTURE DEVELOPMENT OF NANOROBOTES …… 90
43. *Zozulia P., Polishchuk O., Misiats V.* DETERMINATION OF THE INSTALLATION DROPPING SYSTEM FOR POLYMERS PROCESSING …… 90

УДК 621.941

ПРИСТРІЙ ДЛЯ ОБТОЧУВАННЯ НЕПОВНИХ СФЕРИЧНИХ ПОВЕРХОНЬ

М.А.Костюк, магістрант,
С.А.Костюк, аспірант,
М.М.Косіюк к.т.н., доц.
Хмельницький національний університет

В сучасній техніці існує велика група деталей, конструктивним елементом яких є неповна сферична поверхня (НСП): кульові пальці автомобільних кульових шарнірів, кульові пальці наконечників рульових тяг, сферичні наконечники штоків гідро-компенсаторів, шарніри стабілізаторів, кулькові підп'ятники, сферичні шарнірні з'єднання виконавчих ланок промислових роботів і т. п.

Найбільш важливою і трудомісткою частиною технологічного процесу виготовлення деталей з НСП є чорнова і чистова формотвірні операції лезової обробки сферичної поверхні, надання їй правильної геометричної форми з мінімальними відхиленнями від сферичності, заданого діаметра та шорсткості поверхні. За результатами аналізу останніх досліджень та публікацій встановлено, що рівень технологічного забезпечення для виготовлення НСП залишається недостатньо високим [1]. Тому розробка нових конструкцій ефективних верстатних пристроїв для обробки НСП є актуальною задачею.

Метою роботи є дослідження процесу формоутворення НСП різанням та розробка конструкції верстатного пристрою для обробки неповних сферичних поверхонь.

Для обточування НСП деталей машин запропоновано пристрій [2] в основі якого лежить розроблена кінематична схема обробки (рис.1).

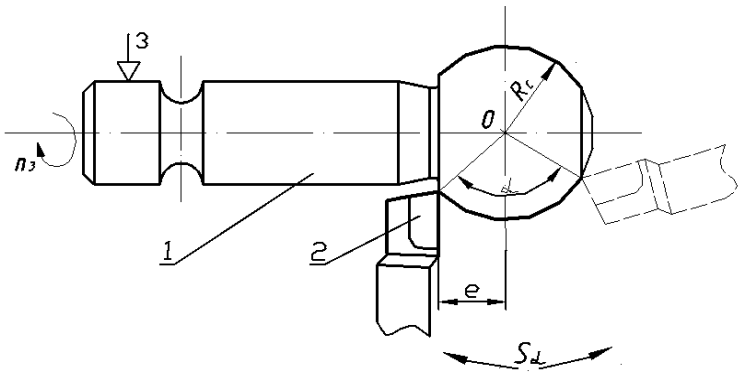


Рисунок 1 – Кінематична схема обробки НСП кульового пальця з використанням поворотного пристрою
1-заготовка; 2- різець

Головна ідея запропонованої схеми полягає у тому, що вершина різця зміщена відносно осі обертання пристрою на деяку відстань ***e***. Це дозволяє зменшити технологічну відстань від центра НСП до закріплення в патроні та вести чорнове і чистове обточування сфер у широкому розмірному діапазоні стандартним інструментом.

Запропонований пристрій (рис.2), який виконаний з можливістю поздовжнього переміщення і фіксації в потрібному положенні, встановлюється на призматичних напрямних станини токарного верстата. На встановлення та налагодження пристрою витрачається не більше 10 хв.

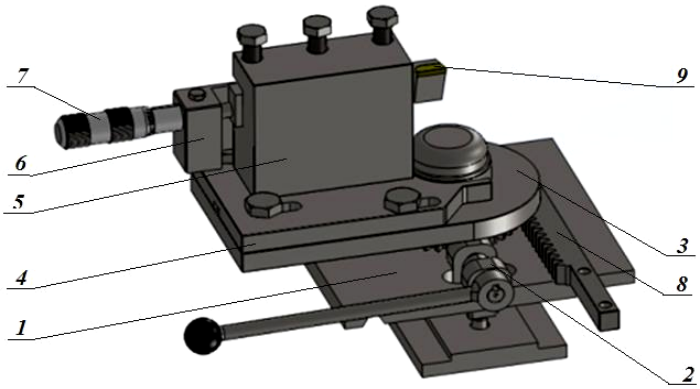


Рисунок 2 – Поворотний пристрій для токарної обробки НСП
1 - платформа; 2 - механізм фіксації; 3 - поворотний стіл; 4 - платформа поперечних переміщень різцетримача; 5 - різцетримач; 6 - кронштейн;
7 - мікрометричний гвинт; 8 - зубчаста рейка; 9 - різець

Робота пристрою ґрунтується на властивості сферичної поверхні, яка полягає у тому, що будь-який її перетин площиною, включаючи площини, зміщені щодо центру сфери, дає коло. Це дозволяє представити процес формоутворення НСП як узгоджені рухи по напрямній лінії твірної кола, отриманої за рахунок обертання заготовки і твірної лінії кола, описаного вершиною різця по радіусу оброблюваної сфери. Таким чином, точність формоутворення сфери визначається не профілем ріжучого інструмента, а точністю траєкторії цих рухів, тобто кінематикою процесу обробки.

Проведено моделювання роботи пристрою в системі інженерного аналізу SOLIDWORKS Motion. Отримані результати проведених кінематичних досліджень, а саме: діаграма зміни швидкості різання та траєкторії руху інструмента у вигляді сферичного гелікоїда та огинаючої кривої, підтвердили працездатність пристрою.

На основі проведеного аналізу кінематичних схем, комп'ютерного моделювання і силових розрахунків розроблено верстатний пристрій, при використані якого розширюються технологічні можливості процесу обробки НСП, досягається висока продуктивність та точність оброблення навіть в умовах дрібносерійного та ремонтного виробництва.

Список використаних джерел

1. Косіюк М.М. Формоутворення неповних сферичних поверхонь на універсальних верстатах токарної групи. / М.М. Косіюк, С.А. Костюк // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2017. – № 3. С. 47-52. 2. Патент на корисну модель 116147 Україна, МПК B23B5/00. Пристрій для точіння зовнішніх сферичних поверхонь / Косіюк М.М, Костюк С.А.; заявник і власник патенту Хмельницький національний університет; заявл. 21.11.2016; опубл. 10.05.2017, Бюл. № 9.

УДК 621.01

СФЕРО-ПЛАНЕТАРНИЙ СИЛОВИЙ АГРЕГАТ – ПЕРЕТВОРЮВАЧ ЕНЕРГІЇ

В. С. Кравчук, магістрант,
М.М. Косіюк, к.т.н., доц.
Хмельницький національний університет

В сучасній техніці широко використовуються різні машини об’ємного витіснення (двигуни, насоси, компресори). Їх надійна робота, висока потужність, малі затрати енергії мають важливе економічне значення. Вдосконалення таких агрегатів є актуальною задачею винахідників, вчених та конструкторів. У цьому відношенні заслуговує на увагу винахід [1] зворотного перетворювача напрямку руху, який можна використовувати як основний виконавчий механізм у двигунах, насосах або компресорах.

Метою роботи є аналіз оригінального зворотного перетворювача напрямку руху і розробка на його основі сферо-планетарного силового агрегату для промислового використання.

На основі аналізу кінематики [2], силового розрахунку [3] і комп’ютерного моделювання проведеного за допомогою системи інженерного аналізу SOLIDWORKS Motion, розроблено конструкцію сферо-планетарного силового агрегату, загальний вигляд і поперечний розріз якого показані на рисунку 1.

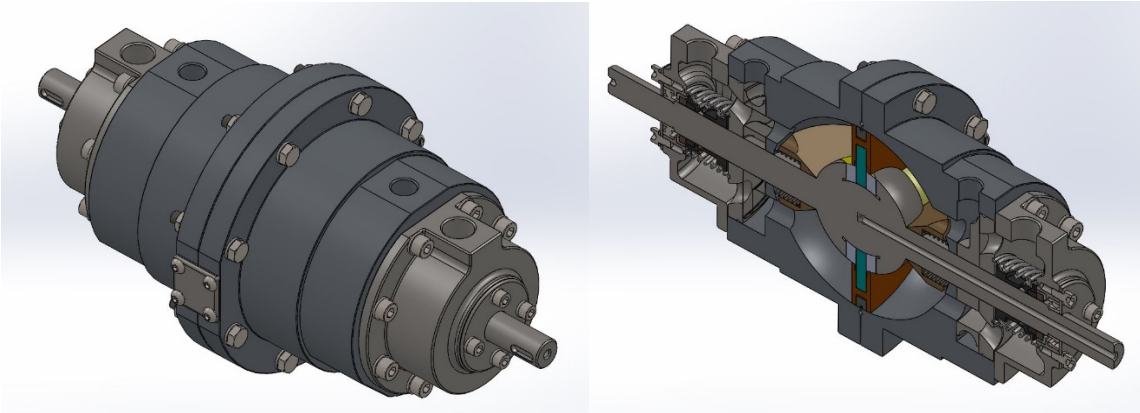


Рисунок 1. – загальний вигляд сферо-планетарного силового агрегату

Відмінною особливістю силового агрегату є те, що в ньому реалізовані способи перетворення енергії і руху, які принципово відрізняються від відомих двигунів, створених на основі кривошипно-шатунних механізмів. Нова просторова система механізму складається з кінематично пов'язаних між собою тіл обертання, які мають можливість здійснювати щодо трьох осей координат складні рухи, переміщаючись при цьому по сферичних поверхнях і описуючи одночасно планетарні траєкторії.

Даний агрегат може використовуватися одночасно як машина об'ємного витіснення і перетворення енергії, планетарний редуктор, пристрій накопичення механічного руху, перетворення його в обертання ротора тощо. Окремі мож-

ливі варіанти використання сферо-планетарного силового агрегату показані на рисунку 2.

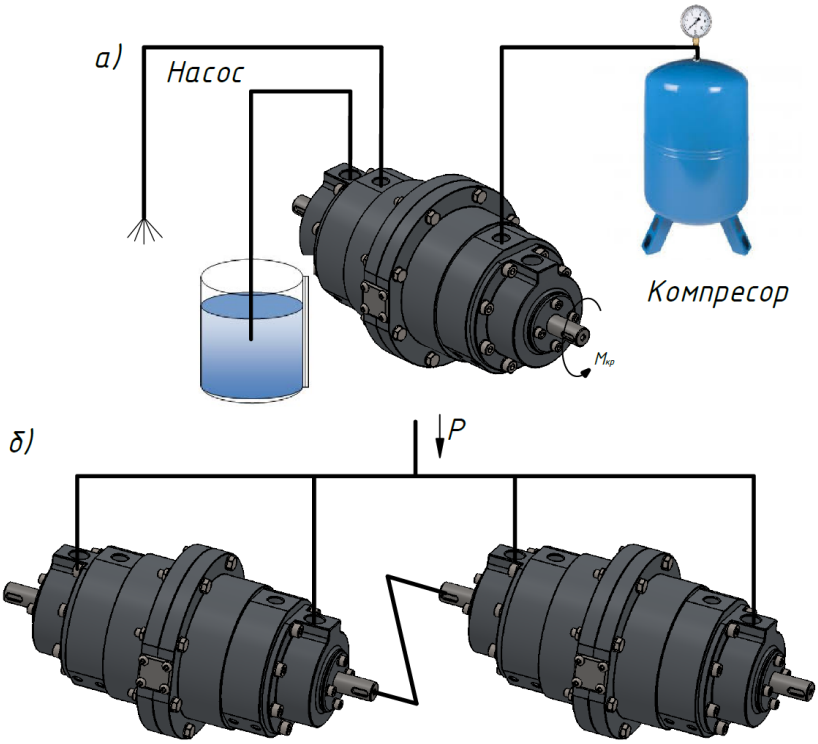


Рисунок 2. – Варіанти використання силового агрегату
а – комбінована схема, б – пневмо-, гідродвигун

Аналіз показує, що осі симетрії всіх обертових і рухомих робочих деталей перетинаються в одній точці. Це дозволяє повністю виключити необхідність балансування рухомих інерційних мас і досягти високих технічних характеристик агрегату.

Встановлено, що кінематичні зв'язки ковзання і обертання елементів дозволяють передати на ротор необхідне значення постійного крутного моменту і забезпечити повне синхронне згасання знакозмінних навантажень. Це виключає виникнення в сферо-планетарному силовому агрегаті вібрацій, що позитивно впливає на стійкість і надійність його роботи.

За рахунок застосування нового закону руху елементів і досягнення оптимальної схеми передачі крутного моменту - ККД силового агрегату значно зростає, що принципово неможливо досягти, використовуючи кривошипно-шатунний або інші площинні механізми передачі руху.

Список використаних джерел

1. Пат. 9616, Україна, МПК F01C 9/00. Силовий аїрегат / М.М.Бельдій, В.М.Бельдій // заявл. 04.04.1995; опубл. 30.09.1996, Бюл. №3.
2. Бельдій М.М. Кінематика зворотного перетворювача напрямку руху. / Бельдій М.М., Кіницький Я.Т., Черменський Г.П. //Вісн. Технол. ун-ту Поділля-2000.- № 3. - С. 7-13.
3. Бельдій М.М. Визначення сил інерції, що діють на ланки гідромашин, виконаних на основі зворотного перетворювача руху. / Бельдій М.М., Кіницький Я.Т., Марчук Р.А // Вісн Технол. ун-ту Поділля-2001 - № 1 – С. 28-36.

УДК 621.9

ПІДВИЩЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ЗБІРНИХ СВЕРДЕЛ

Б.А. Герасімов, студент
Ю.В. Савицький, к.т.н., доц.
yra.savisky@gmail.com
Хмельницький національний університет,

Для підвищення працездатності збірних свердел була розроблена нова форма змінної ріжучої пластини зі збільшеним кутом ε (ε =100°), виконаної на основі рівносторонньої тригранної пластини (ε=60°), при цьому головна ріжуча кромка виконана у вигляді прямої, а допоміжна у вигляді дуги. У розробленій конструкції збірного свердла, як показано на рисунку 1, при закріпленні а) периферійної і б) центральної пластини напрямок сили різання R_{xz} збігається з напрямком сили кріплення Р, а схема кріплення змінних ріжучих пластин в кутовий паз корпусу інструменту реалізується по двох бічних поверхнях пластин так, щоб одна з них припадала на допоміжну ріжучу кромку.

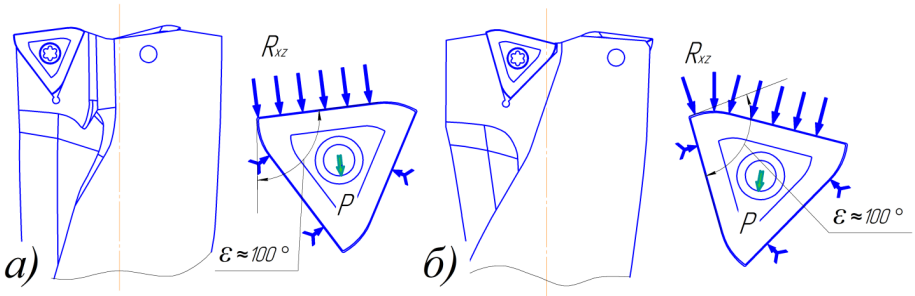


Рисунок 1 – Схеми базування і кріплення а) периферійної і б) центральної ріжучих пластин в розробленій конструкції збірного свердла

Для підвищення працездатності, зниження сил різання і розширення технологічних можливостей свердла траєкторія обертання центральної ріжучої пластини і периферійної ріжучої пластини, щонайменше, частково перекриваються з утворенням ділянки перекриття, причому ріжуча кромка внутрішньої ріжучої пластини і ріжуча кромка зовнішньої ріжучої пластини нахилені до осі обертання в напрямок до деталі, що забезпечує покрокове засвердлювання в оброблювану деталь, як представлено на рисунку 3.10 в, г.

Прямолінійна ріжуча кромка центральної ріжучої пластини нахилена до осі обертання, а прямолінійна ріжуча кромка периферійної ріжучої пластини нахилена від осі обертання. Напрямок нахилу центральної та периферійної ріжучих пластин збігається з напрямком подачі, причому кут нахилу θ_1 центральної ріжучої пластини більший ніж кут нахилу θ_2 периферійної ріжучої пластини, при цьому забезпечується поступове врізання інструменту в оброблюваний матеріал. По порядку врізання першої I в заготовку врізається криволінійна ріжуча кромка центральної пластини.

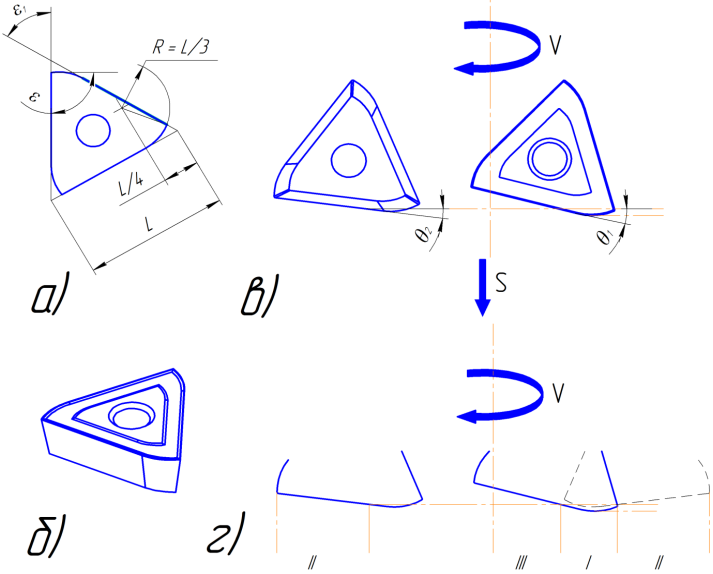


Рисунок 2 - Розроблена ріжуча пластина підвищеної міцності (а, б) і схеми поступового врізання різальних крайок інструменту в оброблюваний матеріал (в, г)

Щоб уникнути великих радіальних сил різання криволінійна ріжуча кромка виконана вузькою. Далі по порядку врізання другої II в оброблюваний матеріал входить прямолінійна ріжуча кромка периферійної пластини і врівноважує радіальні сили різання, останньою III в заготовку врізається прямолінійна ріжуча кромка центральної пластини. Крім того, криволінійна ріжуча кромка периферійної пластини виконує функцію захисної кромки і спрямовуючої, що дозволяє підвищити якість обробленої поверхні. Така схема поступового, ступеневого засвердлювання в заготовку дозволяє знизити сили різання, підвищити працездатність різальних пластин і розширити технологічні можливості збірного свердла.

Розроблена форма ріжучої пластини для збірного свердла, виконана на основі рівностороннього тригранника з ріжучими кромками, що складаються з криволінійної та прямолінійної ділянок, де ріжуча кромка криволінійної ділянки виконана у вигляді дуги і вписана в чверть довжини сторони тригранника, при цьому радіус криволінійної ріжучої кромки дорівнює 1/3 довжини сторони багатогранника, дозволяє реалізувати схему поступового засвердлювання ріжучої частини інструменту в оброблюваний матеріал, що забезпечує баланс сил різання і підвищує ефективність свердління збірним інструментом.

Список використаних джерел: *1. Ашкенази, Е.К. Анизотропия конструкционных материалов / Е.К. Ашкенази, Э.В. Ганов // Справочник. Изд. 2, перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1980. – 248 с. 2. Васин, С.А. Прогнозирование виброустойчивости инструмента при точении и фрезеровании / С.А. Васин – М.: Машиностроение, 2006. – 384 с. 3*

УДК 621.9

КЕРУВАННЯ ПОЛОЖЕННЯМ ШПИНДЕЛЯ НА ГІДРОСТАТИЧНИХ ОПОРАХ

М.О. Кирилюк, студент
Ю.В. Савицький, к.т.н., доц.
yra.savisky@gmail.com
Хмельницький національний університет,

Основним видом відмов силових гідроциліндрів є порушення герметичності та поява протікань внаслідок інтенсивного зношення ущільнювачів.

Причина появи протікання в процесі експлуатації напряму пов'язана із забезпеченням якості та точності виготовлення робочих поверхонь силового гідроциліндра, стан яких має вирішальний вплив на ресурс обладнання. Ефективність і якість обробки робочих поверхонь при тонкому лезовому обробленні істотно залежать від динамічної поведінки технологічної системи «верстат - пристрій - інструмент - деталь». Таким чином, завдання забезпечення стійкості технологічної системи та зниження рівня коливань є одним з найважливіших в області виготовлення прецизійних поверхонь силових гідроциліндрів на основі вибростійкості інструментальної системи і набуває особливої актуальності при виготовленні виробів на верстатах з ЧПК.

Метод створення інструмента обладнаного багатошаровою державою, демпфірувальні властивості яких обумовлені анізотропними властивостями, передбачає використання анізотропії властивостей пластини держаки, утвореної в результаті обробки тиском

Державка ріжучого інструменту пропонується виготовляти з трьох пластин зібраних в пакет які контактують між собою по площинах, орієнтованих паралельно опорній поверхні державки.

З листового прокату вирізаються пластини з вертикальною 1, поперечної 2 і поздовжньої 3 орієнтацією текстури щодо площини напрямку їх прокатування (рисунок 1).

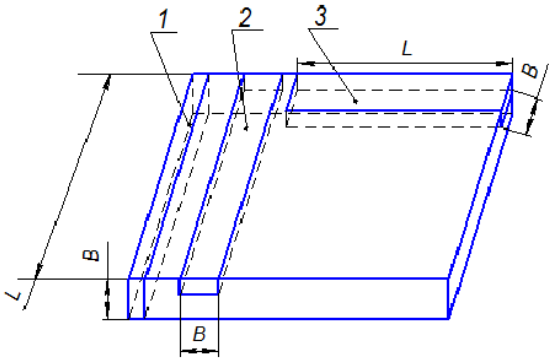


Рисунок 1 - Схема вирізки пластин для державки з листового прокату: 1 - пластина з вертикальною орієнтацією прокатки; 2 - пластина з поперечною орієнтацією прокатки; 3 - пластина з поздовжньою орієнтацією прокатки; L - довжина пластини; B - ширина пластини

Вирізані за запропонованим способом пластини, що володіють анізотропними властивостями, збираються в пакет (рисунок 2) з урахуванням дії на державку сил різання.

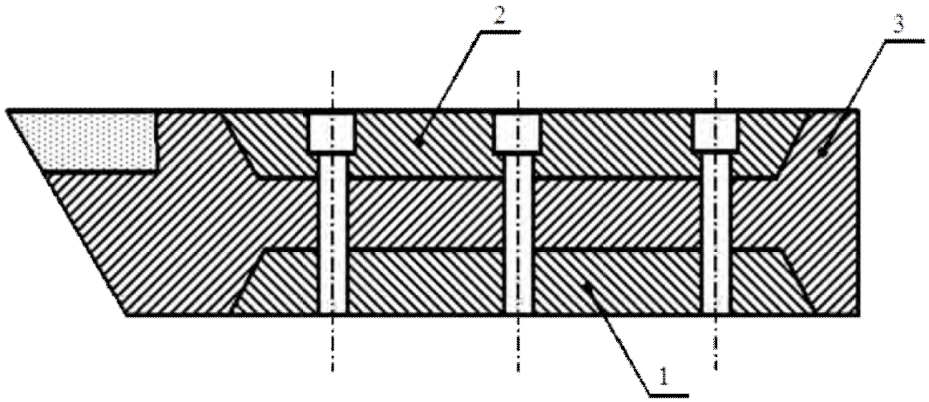


Рисунок 2 - Конструкція державки прохідного різця з пластинами, мають різноспрямовану текстуру

Для досягнення максимального ефекту дисипації енергії коливань інструменту при обробленні точінням необхідно забезпечити максимальну розорієнтацію текстури деформації по площинах контакту пластин, так як при її малій величині демпфірування коливань буде незначним. В зв'язку з цим у запропонованому технічному рішенні пластини орієнтуються і збирають в пакет таким чином, щоб структура деформації в пластинах змінювалася на 90 ± 10º

Коливання, що виникають під дією максимальної складової сили різання – тангенціальної сили Pz, поширюються через поперечний перетин пластин державки, і енергія виникаюча в процесі різання коливань інструменту не тільки гаситься вязким шаром клею, але і розсіюється всередині пластин, що становлять державку, внаслідок анізотропії механічних і фізичних властивостей прокатаних (текстурованих) матеріалів, в тому числі анізотропії частот і логарифмічних декрементів власних коливань.

За запропонованим способом зі сталі 40Х з твердістю HRC63 був виготовлений прототип ріжучого інструменту, який передбачає установку в якості ріжучих елементів ріжучої кераміки з формою 2010-0162.

Попередні випробування дослідного зразка інструменту дозволили встановити, що розорієнтація текстури в пластинах державки повинна бути максимальною.

Список використаних джерел: *1. Ашкенази, Е.К. Анизотропия конструкционных материалов / Е.К. Ашкенази, Э.В. Ганов // Справочник. Изд. 2, перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1980. – 248 с. 2. Васин, С.А. Прогнозирование виброустойчивости инструмента при точении и фрезеровании / С.А. Васин – М.: Машиностроение, 2006. – 384 с. 3*

УДК 621.9

ВПЛИВ ШВИДКОДІЇ СИСТЕМИ ЧПК НА ТОЧНІСТЬ ОБРОБЛЕННЯ ФРЕЗЕРУВАЛЬНИМИ ВЕРСТАТАМИ

К.С. Соколан, к.т.н., доц.
Д.М. Приймак, студент
sokolan.julia@gmail.com
Хмельницький національний університет,

При фрезеруванні з використанням комп'ютерного ЧПК можна плавно координувати рух по трьох лінійних осях для обробки складних контурів. Наприклад, фрезерування по колу реалізується як постійний процес, тобто як «відслідковування» різання, але всередині програми системи числового програмного керування СЧПК він дробиться на складну послідовність команд і корекцій. Для програміста і оператора зрозуміло, що трьохкоординатна ЧПК розраховує переміщення по сімейству точок, які розташовані приблизно по колу. Якість такої інтерполяції (ступінь наближення) залежить від точності роботи системи, яка постійно змінюється.

Чим вища швидкодія СЧПК, тим плавніша інтерполяція. Коли верстат фрезерує дугу при 200 імпульсах за хвилину, ми бачимо плавний рух фрези, але фактично СЧПК виконує серію коротких лінійних кроків. Швидкодія визначає довжину кроку (хорди). Старі і більш повільні системи часто на круглому контурі дають огранювання або серію лисок. Інші СЧПК, більш нові, але відносно повільні в порівнянні з наявними на ринку найбільш швидкодіючими, або сповільнюються, або частково компенсують похибку за допомогою виходжування, хоча похибка при цьому все-таки залишається.

Довжину сегментів інтерполяції можна розрахувати, якщо відомо швидкодію верстата. При використанні діапазону подачі 200 імпульсів в хвилину і тимчасової дискретності 3 мкс лінійний сегмент або хорда становлять 0,25 мм. Цей показник – найбільш висока швидкодія, характерна для найпопулярніших європейських високошвидкісних систем управління.

Найбільш швидкісні промислові системи управління демонструють швидкодію близько 400 мкс (0,0004с). Підвищення швидкодії в 7,5 разів забезпечує в результаті довжину хорди сегмента в 35 мкм (рис. 1).

Очевидною перевагою такого підвищення швидкодії є більш точний контур обробленої поверхні незалежно від її розміру. Менш очевидною перевагою при скороченні часу циклу є підвищення точності.

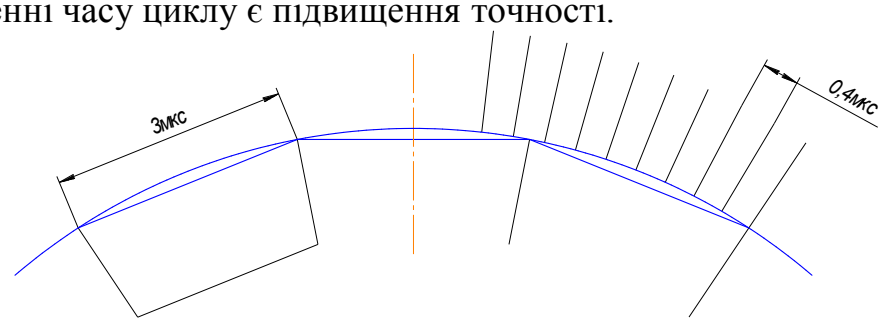


Рисунок 1 – Величина хорди сегмента обробки

Подвоєння швидкості дає в результаті чотириразове підвищення точності. Майже 10-кратний стрибок швидкодії з 3 мкс до 0,4 мкс, теоретично підвищує її приблизно в 56 разів. При комплексній обробці контуру найбільш жорстка вимога до ЧПК – це плавний рух від точки до точки з того моменту, коли програма CAD-CAM генерує велику масу індивідуальних траєкторій інструменту з дуже короткими лінійними кроками між ними. Чим вища швидкодія УЧПУ, тим швидше рухається інструмент і тим, відповідно, вищою є швидкість обробки.

Робота з більш рідкісними зупинками при продовженні різання не тільки дозволяє зробити деталь швидше, але також продовжує термін служби інструменту і підвищує його продуктивність, тому що цей інструмент менше затупляється. Хоча більшість виробників не хочуть, щоб поверхні деталей були надмірно гладкими, що погіршує їх якість, проте в результаті більш плавних переміщень підвищується точність обробки і продовжується термін служби верстата. «Прогнозування» є ключем до реалізації цієї важливої функції.

Прогнозування стає основою для високошвидкісної обробки через високу щільність масиву даних. При використанні старих, більш повільних моделей УЧПУ вузли верстата рухаються досить повільно, завдяки чому переміщення уздовж осей можуть бути зупинені в межах будь-якого одиничного блоку. На нових верстатах при швидкості переміщення вузлів в кілька десятків метрів в хвилину їм потрібна більша відстань, щоб зупинитися. І при щільних, послідовних переміщеннях, необхідних для досягнення високої точності при обробці складних контурів, часом важко розрахувати час або відстань до зупинки вздовж осі, щоб отримати необхідну точність. Це може звучати так, якщо б прогноз знизив продуктивність, пожертвувавши подачею, для того щоб забезпечити точність. Або навпаки, це – оптимізація продуктивності. Той же самий прогноз, який «сповільнив» програму УЧПУ для обробки гострих кутів, в той же час зберігає найвищі швидкості переміщень по координатам при менш радикальних змінах напрямку руху.

Там, де раніше, була необхідність вибирати більш повільні подачі при програмуванні, щоб фрезерувати складний контур, ефективний прогноз допоможе оптимізувати програмовану подачу для конкретної фрези і відповідно до оброблюваного матеріалу та дозволить УЧПУ приймати рішення про те, де її потрібно уповільнити. Ідея полягає в тому, що прогноз намагається поліпшити ситуацію, задаючи величину програмованої подачі і не ставлячи при цьому під загрозу точність переміщення. Результатом є збільшення безперервної або ефективної подачі до середнього рівня, підтримуваного протягом всього процесу обробки.

Список використаних джерел: *Исследование влияния стабильности цикла управления системы ЧПУ на точность формообразующих движений / В. В. Комбаров, В. Ф. Сорокин, Е. А. Криживец // Авиационно-космическая техника и технология. - 2015. - № 10. - С. 58–64.*

УДК 621.22

КЕРУВАННЯ ПОЛОЖЕННЯМ ШПИНДЕЛЯ НА ГІДРОСТАТИЧНИХ ОПОРАХ

В.А. Сулима, студент
В.П. Ткачук, к.т.н., доц.
tkachukv.p@gmail.com
Хмельницький національний університет,

На даний час в умовах жорсткої конкуренції на ринках збуту продукції актуальною проблемою є підвищення якості машинобудівних виробів, продуктивності виробництва та скорочення термінів його технічного підготовлення. Проблема якості та продуктивності безпосередньо пов′язана з точністю та продуктивністю механічної обробки, і, передусім, з точністю та робочими швидкостями шпиндельних вузлів, як однієї з основних формоутворюючих ланок динамічної системи верстата. Тенденція розвитку світового верстатобудування виявляє необхідність забезпечення точності обертання шпиндельних вузлів в межах десятих часток мікрометра поряд із значним зростанням їх робочих швидкостей (у діапазоні 8000-18000 хв-1). Одними з найбільш перспективних типів шпиндельних опор для забезпечення прецизійної високошвидкісної обробки є гідростатичні підшипники, які поряд з високою жорсткістю та демпфіруючою здатністю дозволяють керувати вихідними параметрами точності обертання шпинделя. Слід зазначити, що існуючі конструкції гідростатичних опор (ГСО) не можуть бути використані в прецизійних шпиндельних вузлах з частотою обертання понад 10000 хв-1 . Це, насамперед, пов’язано з відсутністю ефективних засобів зниження вібрацій під час експлуатації шпиндельних вузлів.

Закордонними розробниками [1] випробувані фрезерні головки з гідростатичним шпинделем на спеціальному малов′язкому мащенні. Там же відмічається, що на високих швидкостях обертання (понад 30000 хв$^{-1}$) для високопотужної обробки гідростатичні підшипники на малов′язкому мащенні мають істотні переваги над шпиндельними підшипниками кочення завдяки чималій демпфірувальній здатності. Можливість керування точністю, жорсткістю, вібростійкістю ГСО опор створює передумови для їх застосування в системах адаптивного керування точністю механічної обробки [2]. Визначальним параметром ГСО з точки зору забезпечення стабільності положення осі обертання шпинделя під впливом зовнішнього навантаження є розмір мастильного шару в опорах [3]. В наш час використовують різноманітні способи керування параметрами мастильного шару в ГСО, але поряд зі значними перевагами вони мають ряд недоліків, що стримують промислове використання регульованих шпиндельних опор. Наприклад, існуюча конструкція регульованої ГСО [4] не відповідає умовам максимальної жорсткості підшипника. Окрім того, наявність довгої конічної поверхні обумовлює нерівномірність деформації гідростатичної втулки на опорній довжині підшипника. Так, в процесі регулювання радіального зазору при осьовому русі цанги через похибки виготовлення двох довгих спряжених конічних поверхонь виникають додаткові деформації втулки в аксіальному напрямку, що обумовлює нерівномірність радіального зазору [5]. Розробка ефек-

тивних способів керування мастильним прошарком в шпиндельних ГСО під навантаженням дозволить істотно підвищити точність та продуктивність обробки різанням.

Однією з основних характеристик, що впливає на точність обертання шпинделя на ГСО, є величини статичного та динамічного радіального зазору в його опорних вузлах. Важливим також бачиться питання забезпечення сталості величини регульованого зазору в опорі, оскільки, з одного боку, її зменшення призводить до збільшення статичної підйомної сили, жорсткості мастильного прошарку, демпфірування коливань і зменшення витрат рідини, проте, з іншого боку, істотно зростають втрати потужності на тертя, інтенсивніше відбувається нагрівання мастила за рахунок його дроселювання, та зменшується здатність компенсувати похибки виготовлення опорних шийок шпинделя. Для забезпечення можливості регулювання жорсткості, витрати рідини та з метою підвищення точності обертання шпинделя запропонована [5] оригінальна конструкція деформованої гідростатичної втулки регульованої опори. Гідростатична втулка включає групу пазів криволінійного профілю, між якими утворені кармани, які підключені через постійні дроселі до джерела стисненої рідини, причому зазначені пази розташовані в безпосередній близькості один від одного, а сусідні пази виконані почергово на внутрішній та зовнішній поверхнях втулки. На зовнішній поверхні гідростатичної втулки виконані два конічних пояска (кут нахилу рухомої частини $\beta = 15^{o}$), які в процесі регулювання радіального зазору взаємодіють з конічними поверхнями нерухомої втулки підшипника. При деформуванні втулка дозволяє регулювати діаметральний зазор з утворенням біля кожного карману несучого мастильного шару.

Список використаних джерел: *1. Zelinski P. Researchers aim to develop a spindle that accounts for the differences between macro and micro machining. [Електронний ресурс]. http://www.mmsonlinetools.com 2. Шиманович М. А. Гидростатические опоры металлорежущих станков в качестве привода микроперемещений / Шиманович М.А. – М.: НИИМАШ, 1972. – 76 с. 3. Регульовані гідростатичні підшипники для шпиндельних вузлів / Ю.О. Сахно, Д.Ю. Федориненко, С.В. Бойко, В.С. Волик. –Ніжин: ТОВ «Видавництво «Аспект-Поліграф», 2009. – 172 с. 4. Пат. 82425 UA, МПК F16C 27/00, F16C 33/04. Спосіб регулювання зазору в гідростатичному підшипнику/Сахно Ю.О., Федориненко Д.Ю., Бойко С.В., Волик В.С.; власник Черніг. держ. технол. ун-т. - № а 2006 07254; заявл. 30.06.2006; опубл. 10.01.2008, Бюл. № 1. 5. Струтинський В.Б. Вібраційні характеристики гідростатичних опор шпинделя із деформованими елементами / В.Б. Струтинський, Д.Ю. Федориненко // Вібрації в техніці та технологіях. – 2009. №2(54). – С.83-90.*

УДК 621.1

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ЗАПИРАННЯ ТВЕРДОПАЛИВНОГО КОТЛА З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ЙОГО ЕКОНОМІЧНОСТІ

А.В. Свінціцький, студент
В.П. Ткачук, к.т.н., доц.
kaban.studio@gmail.com
Хмельницький національний університет

Підвищення ефективності, надійності та безпечності конструкції твердопаливного котла є актуальною задачею, оскільки рівень експлуатації таких апаратів останнім часом різко виріс внаслідок економічних чинників нашої держави. Серед основних причин виділяють: підвищення ціни на газ та зниження рівня добробуту громадян.

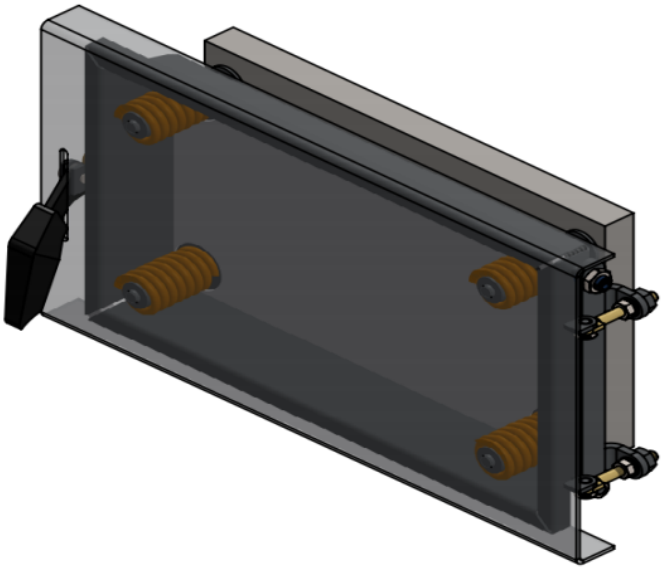
Метою наукового дослідження є покращення функціонування конструкції твердопаливного котла у промислових та побутових масштабах та підвищення рівня безпечності апаратів, що працюють на твердому паливі.

Серед сучасних досліджень варто виокремити праці І. Сігала [1], Д. Степанова [2], А. Фалендиша [3]. Проте, дослідження науковців сфери розробки твердопаливних котлів охоплюють проблеми модернізації конструкції вузла запирання твердопаливного котла недостатньою мірою.

На нашу думку, важливість питання про функціонування котлів полягає ще й у тому, що просочування продуктів згорання внаслідок розгерметизації камери згорання та ревізійної камери становить загрозу для життя та здоров’я користувачів апаратів. Відповідно до статистики, впродовж 2017 року від отруєння чадним газом постраждали: у Львові – 79, а у Миколаєві – 42 особи. До приладів, що становлять основну загрозу витоку чадного газу, відносять: апарати опалювальні твердопаливні водогрійні, апарати комбіновані твердопаливні водогрійні, побутові печі, кухонні плити, водонагрівачі, печі дров’яні тощо.

У побутовому та у промисловому використанні важливим чинником функціонування АОТВ та АКТВ є ККД, який знижується внаслідок підвищення вмісту кисню у вихідних газах, що знижує теплопередачу між вихідними газами та теплоносієм системи. При розгерметизації камери згорання у газогенераторних котлів кількість піролізних газів, які виділяються при тлінні деревини, знижується, що впливає на коефіцієнт корисної дії апарата. Оскільки ККД знижується, то необхідна кількість палива для обігріву потрібної площі збільшується, відповідно, економічна ефективність апарата знижується.

Ми встановили, що основними причинами вищеперерахованих проблем є відсутність площинності вікна апарата та неприлягання вікна апарата до спряженої поверхні. Для вирішення проблеми нами було запропоновано механізм, який забезпечить максимальну герметичність конструкції. Принцип роботи механізму полягає у використанні податливого екрана, який знаходиться під навантаженням пружин стискання, що дозволяє екрану адаптуватися до неплощинності та кривизни вікна апарата.



Серед недоліків механізмів, що встановлюються на котли різного типу та потужності варто виділити: необхідність розрахунку елементів конструкції відповідно до розмірів вікна апарата і використаних матеріалів, а також ускладнення процесу виготовлення котлів.

Запропонований механізм може бути використаний у побутових та промислових опалювальних приладах з метою підвищення економічності та безпечності використання апарата.

Список використаних джерел: *1. Сігал І. Я. Аналіз стану котельного господарства України з метою модернізації, продовження ресурсу чи заміни котлів малої і середньої потужності / І. Я. Сігал, Е. П. Домбровська // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2003. – № 6. – С. 25-30. 2. Степанов Д. Енергетична та екологічна ефективність водогрійних котлів малої потужності: монографія / Д. В. Степанов, Л. А. Боднар. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 250 с. 3. Фалендиш А. Оцінка ефективності опалювальних котлів / А. П. Фалендиш // Тези доповідей 78-ї Міжнар. наук.-техн. конф. «Розвиток наук. та інновац. діяльн. на транспорті». – Харків : УкрДУЗТ, 2016. – Вип. 160. – 56 с.*

УДК 621.777.4

ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ШТАМПА ДЛЯ ХОЛОДНОГО ВИДАВЛЮВАННЯ

В.Д.Каразей, к.т.н., доц.,
О.Р Демчук, магістр
karazey.witalij@gmail.com
Хмельницький національний університет,

Холодне об`ємне штампування являється одним із прогресивним ресурсозберігаючих методів отримання виробів високої якості, при його застосуванні витрати металу у 2…3 рази менші, ніж при обробці різанням. Холодним об`ємним штампуванням отримують вироби з точністю до 8-9 квалітету та шорсткістю поверхні 1,25 – 6,3 мкм, із високими і стабільними механічними властивостями, покращується якість поковок в цілому і скорочуються припуски на подальшу обробку [1,2].

Штамповку видавлюванням застосовують для отримання поковок із вуглецевих та низьколегованих сталей, у таких сталей границя міцності на розрив (у стані поставки) не повинна перевищувати 600 МПа. Однак технологічні можливості холодного видавлювання визначаються двома основними факторами: величиною питомого тиску на інструмент та конструкцією заданої деталі.

Найбільший ефект холодне видавлювання забезпечує у випадку виготовлення деталей за одну операцію, але при цьому небажаною є велика різниця в площах поперечного перерізу виробу.

Ефективність технологічних процесів ковальсько-штампувального виробництва залежить від стійкості штампового інструменту. У процесі роботи штампи підлягають великим напруженням, що викликані деформуючими зусиллями від джерел енергії, тому відповідно виникають проблеми із збереженням стійкості штампів, проблеми стійкості штампового оснащення. На підставі літературних даних про вплив різних факторів на стійкість деталей штампів установлено, що найчастіше руйнуються матриці, пуансони і деталі, які розташовані по лінії дії технологічного зусилля – опори пуансонів, опори виштовхувачів, виштовхувачі [3].

Умови тертя та зношування елементів штампа залежать від зовнішнього навантаження, фізико-механічних властивостей робочих частин (пуансонів та матриць) та здатності матеріалу, що штампується, до зношування. Тільки зміна фізико-механічних властивостей робочих частин дозволяє управляти стійкістю штампа у деякому діапазоні, в той же час, підвищення стійкості робочих частин штампів заміною інструментальних сталей на швидкорізальні або тверді сплави або за рахунок складного легування інструментальних сталей обмежено через дефіцит вольфраму, молібдену, танталу та других складових елементів.

Підвищення стійкості штампів носить комплексний характер, який враховує значну кількість факторів. Правильний підбір матеріалу для виготовлення різальних та деформуючих частин штампів дозволяє суттєво підвищити їх стійкість та строк служби. У ряді випадків подряпини та задирки появляються піс-

ля штампування 500 – 1000 деталей, внаслідок чого вимагається зупинка преса та зачистка штампа. Хорошими способами підвищення зносостійкості являються хромування, азотування та силіціювання пуансонів та матриць

Найбільш навантаженими елементами штампів являються формоутворюючі поверхні пуансона та матриці, що працюють при високих контактних навантаженнях, із великою концентрацією напружень. Це приводить до розвитку механічної втоми, пластичної деформації, окислювальним процесам та стиранню робочих поверхонь[1,2]. Проектування технологічних процесів в сучасних CAD/CAM/CAE системах дозволяє також скоротити затрати, що можуть появитися у процесі виробництва, так як зараз можливо більш точно прогнозувати дефекти різного роду, що пов'язані із недосконалою технологією.

Виконані дослідження для виявлення дільниць із найбільшими напруженнями робочих поверхонь матриці та штампа та виявлення внутрішніх напружень методом кінцевих елементів у середовищі SolidWorks Simulation.

У роботі розроблено модель контактних навантажених зон формоутворюючих поверхонь деталей штампів, для цього проведено дослідження напружено-деформованого стану циліндричних опор, встановлених на суцільну плиту, а також на плиту з центрально розташованим отвором; проаналізовано контактну взаємодію опор у виді зрізаного конуса та опор з переходом у вигляді галтелі, встановлених на суцільну плиту або плиту з центральним отвором;

показано вплив бандажування опор, встановлених на плиту з центральним отвором на рівень напруг у небезпечних точках опор та розроблені рекомендації по зміні конструктивних параметрів штампа.

Список використаних джерел: *1. Колмогоров В.Л. Механика обработки металлов давлением. Екатеринбург: Изд-во Уральского ГТУ, 2001.–836 с. 2. Шестаков Н.А. Расчеты процессов обработки металлов давлением. Решение задач энергетическим методом: Учебное пособие. –М.: МГИУ, 2008.–344 с., 3. Сторожев, М.В. Теория обработки металлов давлением [Текст] / М.В. Сторожев,Е.А. Попов. – М.: Машиностроение, 1977. – 424 с.*

УДК 629.833

ПІДВИЩЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ МУФТИ ЗЧЕПЛЕННЯ МОТОБЛОКА МОТОР СІЧ

В.Д.Каразей, к.т.н., доц.,
Є.В.Міноцький, магістр
karazey.witalij@gmail.com
Хмельницький національний університет,

Мотоблоки Мотор Січ відносяться до типу міні-тракторів та являються універсальними для земляних робіт. Мотоблок використовується з метою механізації робіт по обробітку землі, других сільськогосподарських робіт на присадибній садовій або городній ділянці. Також він підходить для транспортування вантажів та виконання робіт у комунальному господарстві. Підприємство Мотор Січ випускає три види мотоблоків: МБ-4.05, МБ-8 та МБ-8Е із шириною регулювання рядка від 500 до 800 мм, дорожній просвіт мотоблока 240 мм[1].

Муфта зчеплення мотоблока служить для надійної передачі крутного моменту від двигуна до трансмісії; швидкого роз`єднання та плавного з`єднання двигуна із трансмісією, необхідних для перемикання передач та плавного руху мотоблока з місця без ударних навантажень, а також для запобіганню перенавантажень двигуна та деталей трансмісії.

Основні вимоги до муфт зчеплення: повне виключення та можливість їх плавного включення; невеликий момент інерції відомих частин; простота та надійність в експлуатації, легкість у керуванні.

Муфти зчеплення мотоблоків, мінітракторів та тракторів можуть бути сухими або «мокрими», однодисковими або багатодисковими, постійно або непостійно замкнутими. По способу передачі зусилля на натискний диск: при допомозі кількох циліндричних пружин, рівномірно розміщених по периферії натискного диска; при допомозі центральної діафрагменної пружини.

Сухі муфти зчеплення передають велике зусилля при малих поверхнях тертя, прості за будовою та забезпечують достатньо плавне включення та виключення, але потребують спеціальних фрикційних обшивок, спрацювання яких дуже значне. Сухі муфти необхідно частіше перевіряти та регулювати.

«Мокрі» муфти зчеплення (зі змащуванням, розміщені у мастильній ванні) забезпечують більшу плавність включення, не мають фрикційних накладок, тому їх робочі частини є більш довговічними. Але для передачі великого зусилля такі муфти повинні мати великі поверхні тертя та мають більш складну будову.

Однодискові муфти зчеплення мають дві поверхні тертя та можуть передавати значне зусилля тільки при великому терті між цими поверхнями, тому звичайно однодискові муфти являються сухими. Сухі фрикційні системи не можуть забезпечити при заданих геометичних розмірах необхідної довговічності, крім того також мають непостійний коефіцієнт тертя, пов'язаний із зміною температури пар тертя та із підвищеним спрацюванням.

Багатодискові муфти забезпечують більш плавне включення, ніж однодискові, але такі муфти складніші та коштують дорожче. Перевагою багатодискових муфт являється їх компактність та здатність при відносно малих розмірах передавати суттєві крутні моменти.

У мотоблокові Мотор Січ використовується муфта зчеплення багатодискова постійно замкнута, яка розміщується у мастильній ванні, має три ведучих та три ведених диски зчеплення. Муфта зчеплення надійна, виконує свої функції, але при довготривалих перервах у роботі можуть залипати фрикційні диски, також диски можуть зношуватись нерівномірно із-за неправильно виставлених пружин.

В останній час у фрикційних системах для покращення характеристик встановлюються центрально розміщені діафрагменні (тарільчаті) пружини (цільні або розрізні)

Для виробництва тарільчатих пружин використовуються холоднокатані калібровані листи із сталі 85 або 59ХГФА, це дозволяє зберегти на протязі заданого строку служби необхідний момент тертя, що прямо пропорційний зусиллю натиску Рн.

При однаковому спрацюванні накладок фрикційних систем, що порівнюються, у конструкцій із гвинтовими пружинами зусилля натиску понижується до

70 … 80% початкового значення; в той же час у конструкцій із тарільчатими пружинами воно залишається стабільним. Енергозатрати на виключення фрикційних систем із тарільчатими пружинами менші, ніж у фрикційних систем із гвинтовими пружинами.

Переваги з`єднання за допомогою тарільчатої пружини полягають також у менших габаритах конструкції в осьовому напрямку, постійності крутного моменту, що передається зчепленням, усунення небезпеки заклинювання натискного диску та запобігання підвищеним вібраціям у зв'язку із стабілізацією дисбалансу ведучих частин фрикційних систем [2].

Таким чином муфта зчеплення із тарільчатою пружиною, що працює у мастилі, являється прогресивним рішенням для усунення недоліків традиційних муфт зчеплення та керування.

***Список використаних джерел**:1. «Мотоблок Мотор Січ. Руководство по эксплуатации». 0690002000РЭ, АО Мотор Січ, 2012, - 26 с., 2. Воронін М.М. Расчет сцепления автомобилей. – СПб, 2007.- 30 с.*

УДК620.186:669.14.018

РОЗРОБКА РЕЖИМІВ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ З СЕРЕДНЬО ВУГЛЕЦЕВИХ СТАЛЕЙ З УРАХУВАННЯМ СПАДКОВОСТІ СТУКТУРИ

О.С.Дробот, к.т.н., доц.
О.М.Качур, ст. гр. ПМВАм-16-1
Хмельницький національний університет

Подрібнення зерна - один з найбільш ефективних методів підвищення механічних характеристик. Створення дрібнозернистої структури дозволяє одночасно підвищити показники міцності, пластичності, ударної в'язкості, тріщиностійкості. До того ж це єдиний механізм зміцнення, що супроводжується зниженням температури в'язко - крихкого переходу.

Роботами В.І Архарова, В Д.Садовського та інших було встановлено, що після $Fe_\alpha \rightarrow Fe_\gamma \rightarrow Fe_\alpha$ поліморфного перетворення зерно не тільки залишається великим, але цілком зберігає свою форму. Це явище було названо спадковістю. Було встановлено, що можливість відновлення зерна суттєво залежить від швидкості нагріву і найчастіше виявляється в умовах дуже повільного (декілька град/хв.) і дуже швидкого (сотні град/хв.) нагріву. В той же час нагрівання зі швидкістю 100 град/хв., як правило, приводить по закінченні фазового перетворення до подрібнення зерна. (1, 2).

Збереження грубозернистості негативно впливає на механічні характеристики сталевих виробів, викликає їх окрихчування.

Структурна спадковість, що проявляється в збережені після термічної обробки великого зерна, є негативним явищем. якого уникають при термічній обробці, домагаючись подрібнення структури.

Спадковість може впливати на властивості виробів як негативно, так і позитивно. Негативний вплив пов'язаний з відновленням після термообробки великого зерна і найчастіше виявляється у великогабаритних виливках. Найбільш раціональний метод подрібнення зерна в цьому випадку - нагрів вище точки ***б*** Чернова, що дозволяє досягти бажаного ефекту за один цикл. Для вуглецевих та легованих хромом, марганцем, кремнієм, нікелем сталей (до 2% кожного елемента) температури, що відповідають цій точці, визначені (5). Зі зростанням концентрації легуючого елемента температура точки ***б*** Чернова підвищується в зв'язку зі збільшенням стійкості γ - фази по відношенню до рекристалізації. Причому значно підвищують цю температуру некарбідоутворюючі елементи кремній та нікель.

У практиці можливі випадки коли металографічно визначене аустенітне зерно подрібнилось, а метал руйнується крихко. При цьому злам зберігає грубокристалічну будову (камнеподібний злам 1 типу).

Це пояснюється тим, що в середиі вихідного зерна при нагріванні вище точки ***б*** Чернова рекристалізаційні процеси відбулися, однак хімічна неоднорідність, пов'язана з вихідними границями (присутність оксидів, неметалевих включень і інше), зберігається, що і виявляється у зломі. Це явище називають перепалом. Така структура виправленню не підлягає.

Реалізація спадковості зміцнення після холодної деформації вимагає дотримання ряду умов,

пов'язаних як із самою деформацією, так і з після деформаційною обробкою.

Важливим фактором для створення необхідної субструктури є ступінь деформації. Оптимальною слід вважати деформацію 30-40%. У цьому діапазоні деформацій розмір комірок зменшується до 0,5-1,0 мкм, тіло комірок практично вільне від дислокацій, а кут розорієнтації між комірками досягає 8-12°.

Під час стабілізуючого післядеформаційного відпуску мають здійснитися два процеси: формування дислокаційної структури полігонального типу і її закріплення атмосферами домішкових атомів, а при підвищенні температури - високодисперсними карбідними (кабонітридними) частинками.

Для сталей, легованих сильними карбідоутворюючими елементами (18ХГТ, 45ХН2МФА) у зв'язку з конкуренцією полігонізації і деформаційного старіння температура після деформаційного відпуску має бути вище 350 °С

Заключна зміцнююча термічна обробка, що використовує спадковість субструктурного зміцнення для підвищення конструкційної міцності виробів, може здійснюватись за двома варіантами - з фазовою перекристалізацією і без неї.

Термічна обробка з фазовою перекристалізацією включає після стабілізуючого відпуску нагрівання в аустенітну область з наступним гартуванням і відповідним відпуском. Оскільки така обробка пов'язана з високотемпературним нагріванням, ступінь успадкування структури, а отже, і зміцнення залежить від швидкості нагрівання в аустенітну область і часу високотемпературної витримки: чим вища швидкість нагрівання і менша витримка, тим більшою

мірою виявляється спадковість зміцнення. Тому нагрівання під гартування слід здійснювати в соляних ваннах і обмежувати витримку.

Для одержання більш однорідної, дрібнозернистої структури середньо вуглецевих легованих сталей потрібно попередньо проводити нормалізацію від 930°С, охолодження - обдування повітрям; гартування проводити від 780 - 800°С, охолодження в маслі, відпуск при 600°С, охолодження у воді.

Після гартування мікроструктура складається з дрібнодисперсного троосто-сорбіту з присутністю рівномірно розподіленого голчатого фериту (мартенситу). Така структура дозволяє одержати високий рівень пластичності і міцності. Підвищення температури нагрівання при гартуванні сприяє збільшенню розміру структурних складових.

Список використаних джерел: *1. Лахтин Ю.М, Леонтьева В.П. Материаловедение: - М.: Машиностроение, 1990. -552с. 2. Гуляев А.П. Металловедение: М.: Металургія, 1986. - 544с. 3. Гуляев А.П. Образование аустенита в низкоуглеродистых сталях // МиТОМ, 1989. №8, с.21-24. 4. Александров А.Ю, Спирин Р.В. Методы защиты материала высоконагруженных деталей // Упрочняющие технологии и покрытия, 2005, 7, с. 40-43.*

УДК 621.9.015

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЧИСТОВОГО ОБРОБЛЕННЯ ФОРМОТВОРНИХ ПОВЕРХОНЬ ПУАНСОНІВ

Є.А Урбанюк, к.т.н., доц.,
Л.В.Присяжний, ст.викл.,
В.В. Романов, магістр
lvprys@gmail.com
Хмельницький національний університет

Одними з формотворних деталей прес-форм є пуансони або знаки, що, рухаючись при змиканні матриць прес-форми, виконують функцію формотворення виробу. Виконавчі поверхні пуансонів здебільшого мають складну форму, а тому обробляються начисто сферичними фрезами на 3-ри координатному фрезерувальному верстаті з ЧПК з подальшим доведенням та поліруванням. Трудомісткість останніх операцій в значній мірі залежить від висоти гребінців *h* після чистового фрезерування (рис.1), яка не повинна перевищувати 0,01…0,03 мм.

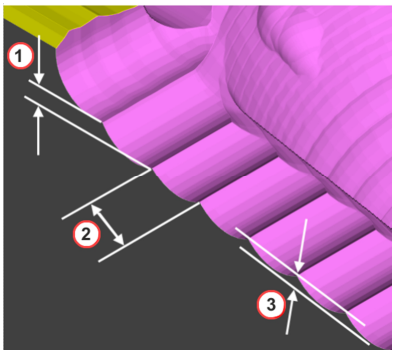
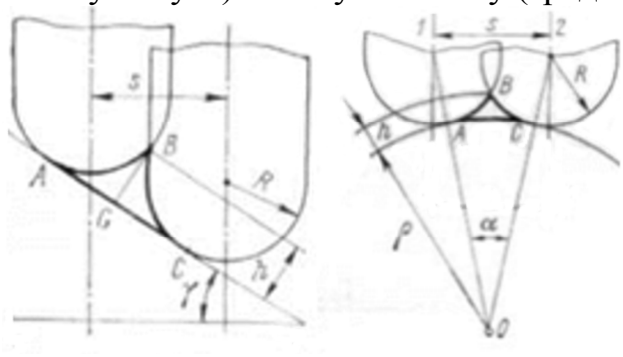


Рис.1 – Параметри поверхні пуансона, обробленої сферичною фрезою: 1 – висота h_z гребінця по Z; 2 – крок *s* між гребінцями; 3 – повна висота *h* гребінця

В роботі [1] показано, що висота гребінців *h* залежить не тільки від кроку *s* між рядками та радіусу *R* сферичної фрези, але й від форми оброблювальної поверхні (плоска, опукла чи увігнута) та її кута нахилу (градієнта) (рис.2).



а) б)

Рис.2 – Утворення гребінців при обробленні похилої стінки (а) та округлої поверхні (б) пуансона

Результати, отримані в роботі [1], не враховують особливості розробки керуючих програм для обробки формотворних поверхонь пуансонів на верстатах з ЧПК в сучасних САМ-пакетах. В цих пакетах існує значна кількість стратегій чистової обробки поверхонь, які визначають характер руху сферичної фрези при формуванні поверхні. Практичні рекомендації по їх вибору і застосуванню у пакеті CAMWorks), постало метою нашої роботи.

Попередній огляд стратегій чистового оброблення проводили для відомих пакетів PowerMill, FeatureCAM та CAMWorks [2].

Встановили, що для розроблення рекомендацій з вибору оптимальних стратегій оброблення виступаючих поверхонь пуансонів прес-форм доцільно провести моделювання точності оброблення в пакеті CAMWorks на простих 3D-моделях, які представлені на рис.2.

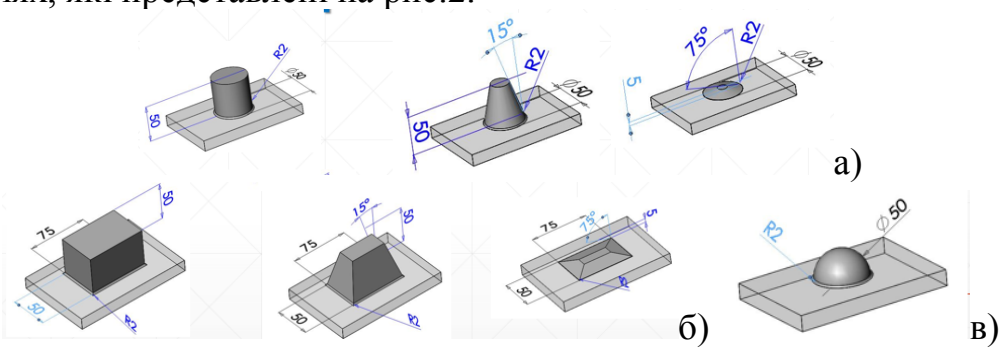


Рис.3 – Типові виступи з вертикальними та нахиленими стінками для моделювання стратегій оброблення: а – круглого профілю; б – прямокутного профілю; в – сферичний

За результатами моделювання було встановлено, що:

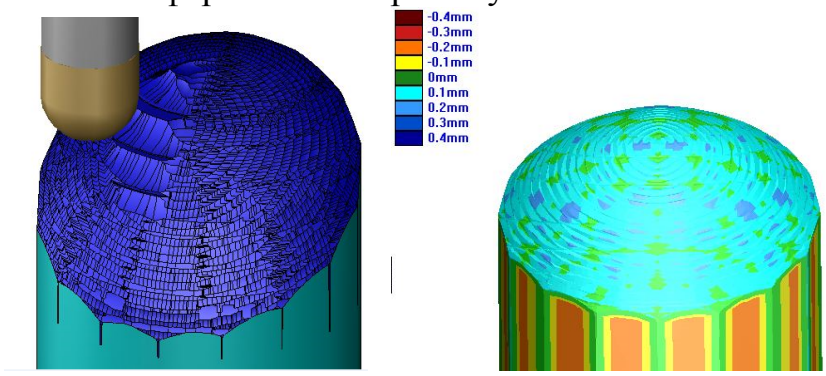
1) висота гребінців *h* збільшується на стінках під дуже великим кутом нахилу до горизонту;

2) найменші гребінці при одній подачі *s* помітні при обробці опуклих поверхонь меншого радіусу;

3) у похилих площин розміри гребінців *h* більші, ніж у опуклих поверхонь на 13%;

4) для ефективного оброблення пуансона слід вибирати таку стратегію, яка б при заданій висоті *h* гребінця забезпечувала би найменший час обробки.

Отримані закономірності були враховані при розробці керуючої програми для оброблення скошеної сферичної поверхні пуансона в CAMWorks (рис.4).



а) б)

Рис.4 – Форма нерівностей (а) при обробці сферичної поверхні пуансона та епюра недорізів (б) готової поверхні

Список використаних джерел: *1. Радзевич С.П. Формообразование поверхностей деталей. Основы теории. Монография – К.: Растан, 2001. – 592с.*

2. Help до CAM-пакетів CAMWorks, PowerMill та FeatureCAM.

УДК 621.9.015

МОДЕЛЮВАННЯ ЧИСТОВОГО ОБРОБЛЕННЯ ФОРМОТВОРНИХ ПОВЕРХОНЬ МАТРИЦЬ

Є.А Урбанюк, к.т.н., доц.,
Л.В.Присяжний, ст.викл.,
І.М.Тимченко, магістр
lvprys@gmail.com
Хмельницький національний університет

Матриці прес-форм для литва виробів з термопластів є відповідальними формотворними деталями, для оброблення яких використовують фрезерувальні верстати з ЧПК.

Чистове оброблення формотворних елементів матриці, які здебільшого є *заглибленнями* різної форми, виконується сферичними фрезами. За технічними вимогами на операції має бути забезпечене відхилення від заданої форми отриманих заглиблень до 0,03 мм.

Аналіз джерел [1-2] показав, що сучасні CAM-пакети, які використовуються для підготовки керуючих програм для верстатів з ЧПК, мають інструментарій управління точністю форми отриманих поверхонь у вигляді використання різноманітних стратегій (схем) чистової обробки. Однак, у довідці (helpi) до цих програм (зокрема у CAMWorks) відсутні, або є неоднозначними рекомендації щодо використання цих стратегій та призначення їх параметрів.

Після оброблення заглиблення матриці сферичною фрезою на її поверхні утворюються макронерівності у вигляді гребінців, розміри яких для простих

випадків можна визначити аналітично. За результатами роботи [1] була встановлена висота гребінців h для таких випадків оброблення заглиблень:

а) оброблення нахиленої плоскої стінки:

$$h = R - \sqrt{R^2 - \left(s / 2\cos\gamma\right)^2}$$

де R – радіус сферичної фрези, мм;

s – міжрядкова подача (крок гребінців), мм;

γ – кут нахилу стінки заглиблення, град.

б) оброблення увігнутої циліндричної поверхні (рис.2):

$$h = \rho - \left\{ (\rho - R)\cos\left(\arcsin\frac{s}{2\rho} \right) + \sqrt{(\rho - R)^2 \left[\frac{1}{2} + \frac{1}{2}\cos\left(2\arcsin\frac{s}{2(\rho - R)} \right) - (\rho - 2R)^2 \right]} \right\}$$

де ρ – радіус увігнутої поверхні заглиблення, мм.

в) оброблення опуклої циліндричної поверхні:

$$h = \left\{ (\rho - R)\cos\left(\arcsin\left[\frac{s}{2\rho} \right] \right) \pm \sqrt{(\rho + R)^2 \left[\frac{1}{2} + \frac{1}{2}\cos\left(2\arcsin\frac{s}{2\rho} \right) \right] - \rho(\rho + 2R} \right\} - \rho.$$

Для оцінки впливу стратегій чистового оброблення на висоту гребінців провели моделювання оброблення заглиблень в CAMWorks на простих 3D-моделях, які представлені на рис.2.

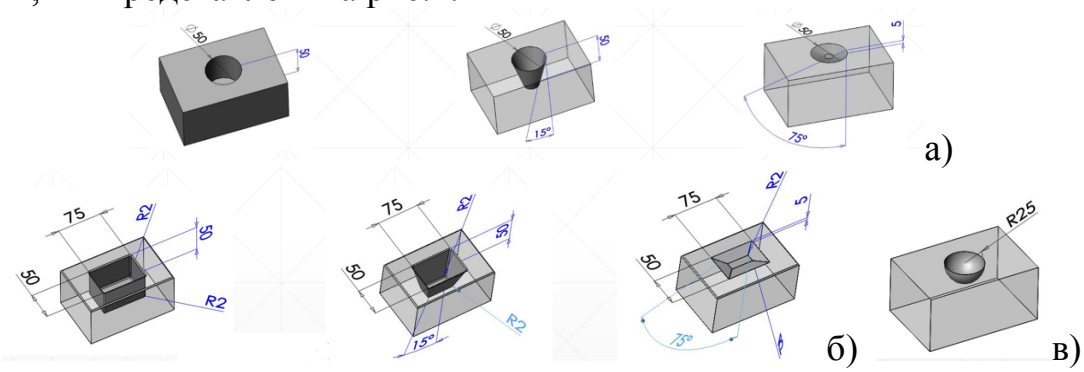


Рис.2 – Типова форма заглиблень з вертикальними та нахиленими стінками для моделювання стратегій обробки в CAMWorks: а) отвори; б) призматичні кишені; в) сферичне заглиблення

За результатами аналітичних досліджень та комп’ютерного моделювання було встановлено:

1) найбільший розмір гребінців при однаковій подачі спостерігаються при обробленні увігнутих поверхонь меншого радіусу;

2) при обробленні похилих площин розміри гребінців менші, ніж при обробленні увігнутих поверхонь на 18%;

3) на стінках заглиблень, розміщених під значним кутом нахилу до горизонту висота гребінців збільшується.

Рекомендації щодо застосування стратегій чистового оброблення з постійним кроком вздовж оброблюваної поверхні та постійним кроком вздовж осі Z були напрацьовані для випадків, що відповідно зображені на рис.2, а і б.

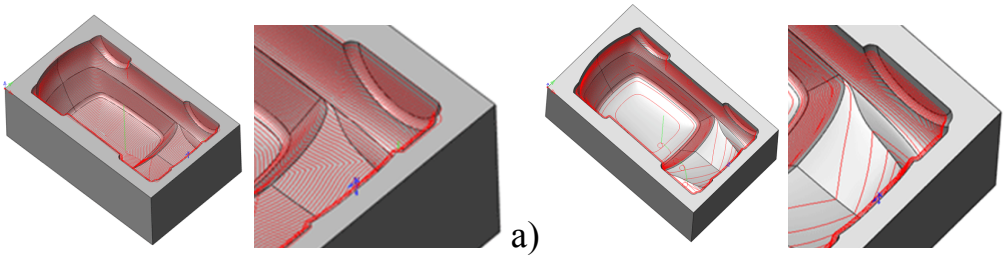


Рис.2 – Траєкторії руху фрези побудовані в CAMWorks для оброблення заглиблення матриці з використанням стратегій оброблення: а) з постійним кроком вздовж оброблюваної поверхні; б) постійним кроком вздовж осі Z

З рис.2,а видно, що на ділянках оброблення похилих поверхонь з кутом нахилу (<45°) 1-й варіант забезпечує більш щільне розташування траєкторій руху вершини фрези, що забезпечує зменшення висоти гребінців та скорочує трудомісткість їх вилучення на наступній операції доведення.

Використання 2-го варіанту доцільне при обробленні крутих поверхонь з кутом нахилу (>45°). З рис.2,б видно, що найбільша щільність траєкторій руху вершини фрези забезпечується на ділянках оброблення бокових стінок заглиблення матриці.

Порівняльне моделювання за обома варіантами дозволяє вибрати стратегію, що забезпечує найменший час оброблення матриці.

Список використаних джерел: *1. Радзевич С.П. Формообразование поверхностей деталей. Основы теории. Монография – К.: Растан, 2001. – 592с.*

2. Help до CAM-пакетів CAMWorks, Greo та SolidCAM.

УДК

ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТЕПЛОВОГО НАСОСА ПОВІТРЯ-ПОВІТРЯ

В.В. Даховнік
valldah1995@gmail.com
Хмельницький національний університет

Теплові насоси - це універсальне джерело альтернативного тепла, принцип роботи якого засновано на оберненому циклі Карно. Завдяки даній установці можна отримувати тепло для опалення будівель, підігріву води, тощо.

Теплові насоси класифікують [1]: за принципом дії - парокомпресійні, абсорбційні, адсорбційні і термоелектричні; за схемою застосування - моновалетні і бі-валентні; за використанням джерел низькопотенційної теплоти - зовнішнє повітря, поверхневі води, підземні води, ґрунти, енергія сонця; низькопотенційна теплота штучного походження (стічні води, витяжне повітря систем вентиляції); за типом теплообмінників - повітря-повітря, повітря-вода, ґрунт-повітря, ґрунт-вода, вода-повітря, вода-вода; за областю застосування - для опалення, вентиляції, кондиціонування повітря, підвищення ефективності енергетичних установок.

Принцип дії теплового насоса зображено на рисунку 1 [2].

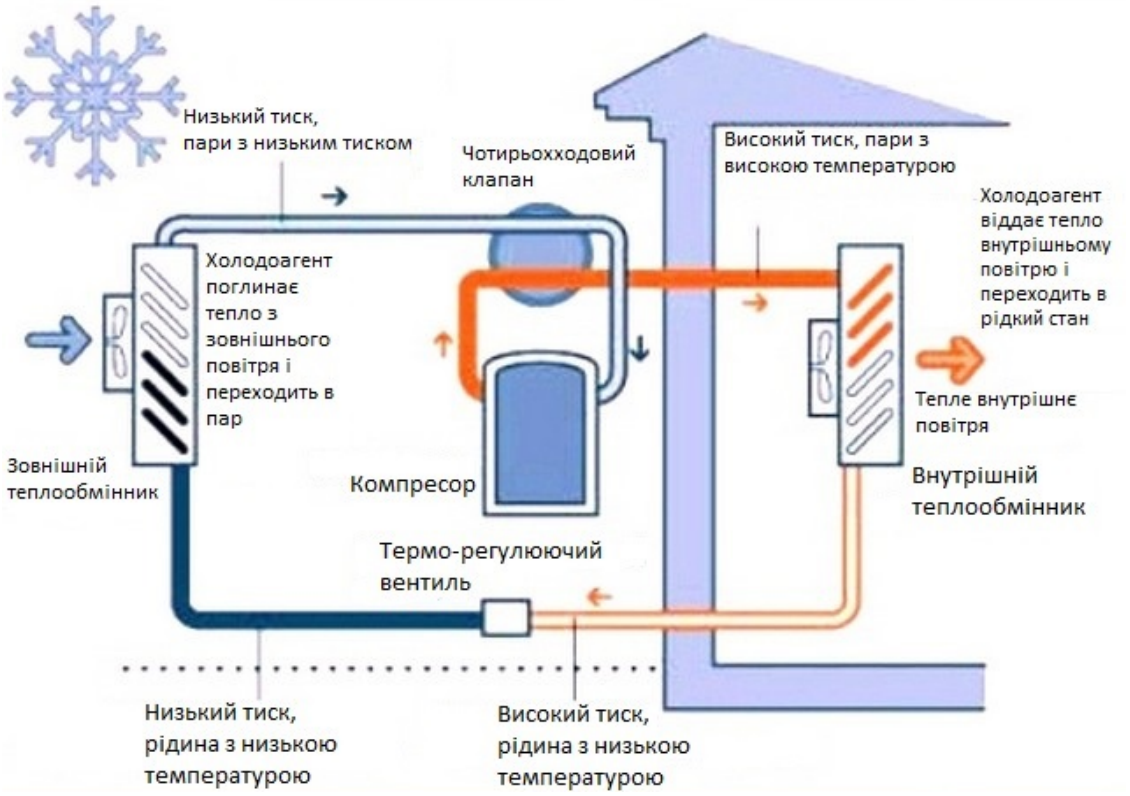


Рисунок 1 - Принцип дії теплового насоса повітря-повітря

Тепловий насос типу повітря-повітря складається із зовнішнього і внутрішнього блоків. Зовнішній, він же випарний блок, розміщується ззовні будівлі. Саме з його допомогою з зовнішнього повітря витягується тепло. Це тепло нагріває холодоагент, який закипає, переходячи в газоподібний стан, потім компресор стискає цей газ, значно підвищуючи його температуру. Тепло стисненого газу передається в конденсатор (внутрішній блок), який знаходиться всередині приміщення. Конденсатор віддає тепло повітрю всередині приміщення.

Теплота Q, віддана холодоагентом навколишньому середовищу, називається тепловим навантаженням конденсатора і вимріюється як і холодопродуктивність машини, в кДж/год. Тепловий баланс машини відповідно першому закону термодинаміки має вигляд:

$$Q = Q_0 + W, \tag{1}$$

де W – кількість енергії, затраченої на перенос тепла Q_0.

Якщо розділити всі члени рівняння теплового балансу на G – кількість циркулюючого холодоагенту, то отримаємо:

$$q = q_0 + A, \tag{2}$$

де q - складова теплового балансу, кДж/год.

Зобразимо цикл роботи холодильної/теплової машини на і, р-діаграмі на рисунку 2 [3].

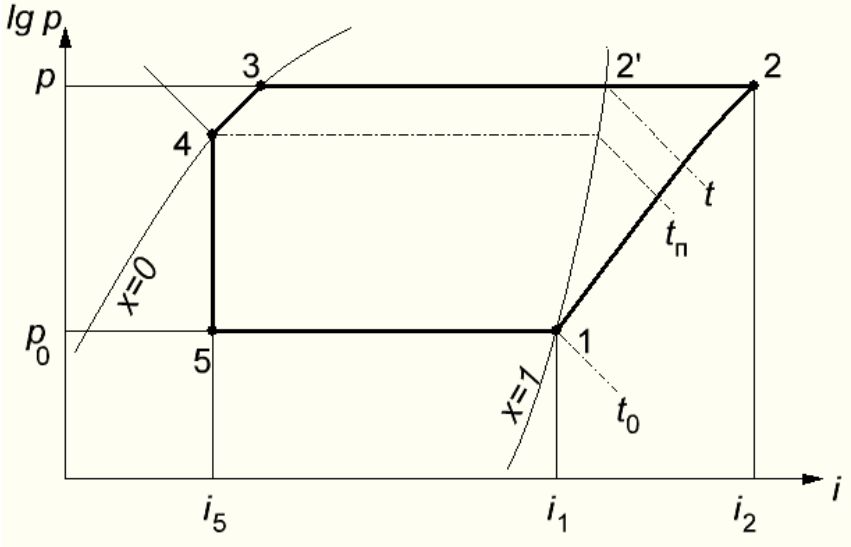


Рисунок 2 - Цикл роботи холодильної машини

З i, p-діаграми циклу роботи холодильної машини, питома продуктивність 1кг холодоагенту визначиться різницею ентальпій в точка 1 і 5, тобто:

$$Q_0 = i_1 - i_5, \tag{3}$$

Робота 1кг холодоагенту, затраченого компресором на стискання парів визначиться різницею ентальпій в точках 2 і 1, тобто:

$$A = i_2 - i_1. \tag{4}$$

Холодильний коефіцієнт циклу роботи теплового насоса:

$$E_T = \frac{q_0}{A}, \tag{5}$$

Продуктивність компресора теплового насоса:

$$V = G \cdot V_1 = \frac{Q_0}{q_0} V_1, \tag{6}$$

де $G = \frac{Q_0}{q_0}$ – часова кількість холодоагенту, циркулюючого в холодильному агрегаті, кг/год; V_1 – питомий об'єм всмоктуючої пари, м^3/кг; Q_0 – задана холодопродуктивність агрегату, ккал/год.

Потужність компресора теплового насоса:

$$N_T = G \cdot A = \frac{Q_0}{E_T}. \tag{7}$$

Холодопродуктивність компресійної машини:

$$Q_0 = q_v V_ч \lambda, \quad (8)$$

де $q_v = \frac{q_0}{V_1}$ – об'ємна холодопродуктивність холодоагенту; $V_ч$ – часова продуктивність компресора, м^3/год; λ – коефіцієнт подачі компресора.

Виходячи з попередніх формул, теплове навантаження конденсатора визначається за формулою:

$$Q = Q_0 + N_T = Q_0 \frac{E_T + 1}{E_T}. \quad (9)$$

***Список використаних джерел**: 1. Классификация тепловых насосов [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://osipovs.ru/index.php/klasifikacia 2. Принцип работы теплового насоса воздух-воздух: особенности работы [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://rems-info.ru/teplovoi-nasos-vozduh-vozduh.html. 3. Петров А.М., Фишман Б.Е. Бытовые машины и приборы: Учеб. пособие — М., «Легкая индустрия», 1973. — 296 с.*

УДК 678.08

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ У МОЛОТКОВИХ ПОДРІБНЮВАЧАХ

Золотенко Е.О., Синюк О.М., Михайловський А.Ю.
Хмельницький національний університет

Існує багато пристроїв для переробки текстильних 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.

Були проведені аналітичні дослідження процесу взаємодії робочого органу молоткового подрібнюючого пристрою з відходами легкої промисловості, а саме текстильними матеріалами. На основі аналітичних досліджень були отримані математичні залежності, що описують ці процеси.

Метою роботи є розробка методики розрахунку оптимальних параметрів високопродуктивного молоткового подрібнювача, з урахуванням фізико-механічних властивостей матеріалу, який подрібнюють, геометричних і технологічних параметрів конструкції даного подрібнювача та підтвердження працездатності даної методики експериментальними дослідженнями.

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.

Було виготовлено експериментальну установку, яка дозволяє реалізувати процес подрібнення текстильних матеріалів з можливістю врахування всіх факторів, які мають вплив на даний процес [1, 2].

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.

Конструкція установки дозволяє змінювати в певних межах технологічні та конструктивні параметри, що дозволить дослідити їх вплив на процес подрібнення і здійснити необхідні вимірювання. На основі проведеного експерименту було проведено експериментальні дослідження, при цьому було використано планування експерименту [3], що дозволяє підвищити точність та зменшити кількість експериментальних досліджень.

Вивчаючи процес подрібнення та конструктивні особливості обладнання можна зазначити, що процес подрібнення залежить від наступних факторів: швидкість обертання головного вала; кількість молотків; довжина молотка; ширина молотка; товщина молотка; відстань до осі обертання молотка.

Математичний опис вивчаємого процесу, в багатьох випадках, є основною ціллю досліджень. У даному випадку проведення досліджень за допомогою однофакторного експерименту не дало б результату. Адже аналітичні дослідження, на основі ампріорної інформації, показали, що проведення досліджень процесу подрібнення у молотковому подрібнювачі, є багатофакторним. Як було зазначено вище, якщо факторів багато, потрібно провести багатофакторний експеримент, що потребує проведення великої кількості дослідів. Тому, для зменшення числа дослідів, які є необхідними для одержання моделі процесу подрібнення, було використано планування експерименту. Це дозволить уникнути недоліків, які виникають при проведенні однофакторного експерименту.

Питома робота руйнування, що витрачається на утворення одиниці вільної поверхні є головним параметром оптимізації. Цей параметр оптимізації повністю відповідає вимогам, що висуваються до параметрів оптимізації при плануванні експерименту.

Проведено експериментальні дослідження, які підтверджують достовірність та адекватність математичної моделі. Було отримано регресійні залежності впливу конструктивно-технологічних факторів процесу вторинної переробки текстильних відходів. Дана методика та проведення експериментальних досліджень дозволяють спроектувати ефективний подрібнюючий пристрій для подрібнення текстильних відходів. Отримана методика розрахунку може бути ви-

користана при інженерних розрахунках молоткового подрібнюючого обладнання.

Список використаних джерел: *1. Скиба М. Є., Михайловський Ю. Б., Філіпченко Е. О. Визначення основних параметрів конструкції молоткового подрібнювача текстильних та волокнистих відходів // Проблемы легкой и текстильной промышленности Украины. - 2003. – № 7. – С. 105-109. 2. Скиба М.Є., Михайловський Ю.Б., Золотенко Е.О. Методика розрахунку технологічних та конструктивних параметрів молоткового подрібнювального обладнання//Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки.-Хмельницький. - 2008. - №2 - С. 41-45. 3. Спиридонов А. А., Васильев Н. Г. Планирование эксперимента при исследовании и оптимизации технологических процессов. Учебное пособие. – Свердловск: изд. УПИ им. С. М. Кирова, 1975. – 140 с.*

УДК 621.56/.59(043.3)

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОБУТОВИХ ХОЛОДИЛЬНИКІВ

О.О. Коротич, доцент
Р.А.Троян, магістрант
olkorotych2017@gmail.com
Хмельницький національний університет

Сучасні побутові холодильні прилади (ПХП) - це складні вироби, що складаються з комплексної холодильної машини, системи автоматизації, ізоляційної конструкції й холодильних камер для зберігання свіжих і заморожених продуктів. При цьому вони повинні відповідати наступним вимогам: підтримувати оптимальний рівень температури, що забезпечує одночасне зберігання різних видів продуктів; мати оптимальні співвідношення ємностей з позитивними й негативними значеннями температури; конструктивно відповідати вимогам умов експлуатації, зумовлених різними факторами, у тому числі параметрами навколишнього повітряного середовища.

Безперервне вдосконалювання конструкції ПХП, підвищення ступеня їхньої автоматизації, поліпшення зовнішнього вигляду викликали необхідність розробки системи показників для оцінки й порівняння їхнього технічного рівня. У роботі [1] виділені 6 основних груп цих показників: техніко-експлуатаційні, надійності, технологічні, естетичні й ергономічні, стандартизації й уніфікації, патентно-правові.

В даний час у всіх країнах світу гостро стоїть проблема енергозбереження взагалі, при виробництві й експлуатації побутових холодильних приладів (ПХП) – зокрема. Один з можливих шляхів зниження енергоспоживання ними – зменшення температурного рівня компресора і конденсатора, а також теплопритоків у холодильну шафу з компресорно-конденсаторного відділення (ККВ). Дослідження природного повітротеплообміну біля поверхонь циклічно працюючого ПХП, впливу його на температурний рівень компресора і конденсатора, а також на теплопритоки усередину охолоджуваного простору і, отже, на теплоенергетичні характеристики дотепер не проводилися. Тому не відомі факто-

ри, зміною яких можна керувати природною тягою в ККВ, кількістю теплоти, що виноситься в навколишнє середовище. Використання сучасних приладів і методик експериментальних досліджень, методів фізико-математичного моделювання дозволяє ставити та вирішувати завдання розробки способів і засобів удосконалювання теплоенергетичних характеристик побутових холодильників з урахуванням особливостей природних повітротеплообмінних процесів у їхньому компресорно-конденсаторному відділенні. Вирішення цієї проблеми актуально для ПХП усіх класів енергоспоживання (ПХП виробництва ЗАТ "Група Норд" мають класи енергоспоживання А і В), тому що вони використовуються в різних кліматичних зонах, працюють у великому інтервалі температури повітряного середовища.

У цей час необхідність цілеспрямованих зусиль по зниженню енергоспоживання ПХП особливо актуальна у зв'язку з переходом на використання в них озононеруйнуючих холодоагентів, які по своїх термодинамічних характеристиках поступаються раніше використаним хлорфторвуглеводням і гидрохлорфторвуглеводням [6].

Метою роботи є розробка інженерної основи, способів і засобів удосконалювання теплоенергетичних показників роботи побутових холодильних приладів з урахуванням особливостей повітротеплообмінних процесів у їхньому компресорно-конденсаторному відділенні.

Завдання досліджень:

1. Встановити експериментальним шляхом особливості зумовлених природною тягою повітротеплообмінних процесів у компресорно-конденсаторному відділенні циклічно працюючого ПХП і теплофізичної взаємодії виникаючого при цьому висхідного потоку повітря з зовнішнім повітряним середовищем.

2. З використанням засобів реєстрації швидкоплинних теплофізичних процесів вивчити закономірності зміни температури на джерелах тепловиділення (при фіксованих значеннях температури зовнішнього повітря і різних уставках терморегулятора) і у зв'язку з цим повітротеплообмінних процесів у компресорно-конденсаторному відділенні, температурних полів у конструкційних елементах огороджень холодильної шафи.

3. Установити на основі експериментальних досліджень фактори, що визначають теплопритоки в холодильну шафу ПХП і його теплоенергетичні характеристики.

4. Вивчити закономірності і розробити фізико-математичну модель природних повітротеплообмінних процесів у компресорно-конденсаторному відділенні, що визначають температурний рівень компресора і конденсатора, теплопритоки в холодильну шафу і, отже, теплоенергетичні показники роботи ПХП.

5. Розробити і випробувати деякі можливі способи і засоби удосконалення теплоенергетичних показників роботи побутових холодильників з урахуванням особливостей природних повітротеплообмінних процесів у ККВ.

УДК 621.311.245

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВІТРОЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ

Г.М.Драпак, професор
О.Д.Зінчук, магістрант
Janiwca@gmail.com
Хмельницький національний університет

Негативний вплив енергетики на екологічний стан і переважно екстенсивний характер її розвитку з одного боку загрожують їх вичерпанням та “ енергетичним голодом “, а з іншого – метаморфозою довкілля в напрямі його деградації і повного зникнення ноосфери.

Про можливості саме такого розвитку події свідчать аномальні природні явища (небувалі повені, дощі, бурі, теплі зими, холодні весни і осені, різкі зміни погоди), які пов’язують з глобальним потеплінням клімату на Землі, причиненим антропогенним фактором, а саме значним тепловим забрудненням атмосфери скидним теплом та „ парниковими ” газами – продуктами згорання органічних видів палива.

Світова громадськість через ООН виявляє занепокоєння цим станом і серед головних напрямів розв’язання проблеми вбачає зокрема широкомасштабне застосування нових і поновлюваних джерел енергії.

Сумарно в країнах світу потужності вітроенергетики за 2016 рік зросли на 2100 МВт (приріст 25%) і становить 9600 МВт. Такі ж абсолютні прирости здійснювалися і в наступні роки. За визначенням ООН до розвинутих країн в 21 столітті належатимуть ті, які інтенсивно нарощують потужності вітроенергетики. Нині найбільш активно розвивають вітроенергетику Німеччина, Данія, США, Іспанія, Великобританія, Голландія, Індія, Італія, Швеція.

В планах США довести до 2020 року потужності вітроенергетики до 80000 МВт і при цьому досягти собівартості генерованої на ВЕС електроенергії до рівня нижче 3,5 цент/ кВт – год. в планах Великобританії довести виробництво електроенергії на вітрових електростанціях у 2020 році до 20 – 30% від загального обсягу. Данія запланувала побудувати до 2021 року ВЕС на загальну потужність 1500 МВт, що забезпечить 10% потужностей національної електроенергетики. Данія займає провідну позицію на світовому ринку вітротехніки. Німеччина в останні 3 роки посіла перше місце за обсягами введення потужностей ВЕС.

Значна увага приділяється розвитку вітроенергетики і в Україні. В Національній енергетичній програмі України до 2020 року передбачається будівництво ВЕС на зальну потужність близько 4000 МВт, однак, починаючи від 1995 року, ця програма виконується поки що в обсягах значно менших, ніж планувалось на поточний період

Однак така молода галузь не може не мати проблем у своєму становленні. В Україні, як і в інших країнах, ці проблеми інтегровано знаходять своє відображення у необхідності підвищення ефективності експлуатації як ВЕС, так і іншої вітротехніки.

Найпершим і найважливішим кроком у розв'язанні проблеми підвищення ефективності ВЕС є завдання правильного вибору площадки та вітротехніки для її спорудження. При цьому в першу чергу – наявність високого вітропотенціалу на площадці, де споруджуватиметься ВЕС.

Для визначення потенційних обсягів виробництва електроенергії необхідно мати дані про швидкість вітру на площадці, де буде споруджуватись ВЕС. А для раціонального використання площі земляної ділянки і зменшення витрат на створення супутньої інфраструктури необхідні дані про тривалість дії вітру по кожному його напрямку.

Найбільш поширені в світовій практиці вітрові електрогенеруючі агрегати працюють з розрахунку досягнення номінальної потужності при питомому навантаженні електрогенератора (віднесеному до площі вітроколеса) в межах від 300 до 500 Вт/м. Це навантаження має коригуватись і бути близьким до середньорічної питомої потужності вітру на площадці. Ця потужність є функцією середньорічної швидкості вітру, визначеної з урахуванням розподілу повторюваності градації швидкості за експоненціальним законом з параметрами апроксимації за Вейбуллом.

З урахуванням зазначеного і даних метеостанцій про середньорічну швидкість вітру, перерахованих на висоту вісі вітроколеса, як перспективні для розвитку вітроенергетики можна розглядати Луганську, Донецьку, Одеську, Запорізьку, Миколаївську, Херсонську області, АР Крим та регіон Карпатських гір, де засвідчені середньорічні швидкості вітру на висоті флюгер (b = 10м) в діапазоні 5,0 – 6,0 м/с. Найвищі показники вітропотенціалу характерні переважно для метеостанцій розташованих в прибережній зоні Чорного та Азовського морів. Характерно, що в межах регіонів більш високі показники швидкості вітру це ті, що визначені аерологічними метеостанціями, де відсутні ефекти „ затінення ” вітру з будь – якого напрямку. Результати вимірювань цих метеостанцій можна розглядати як найбільш точні для характеристики прилеглого регіону.

УДК 685.34.054

ОЦІНКА МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ АВТОНОМНОГО ПРИВОДУ ДЛЯ ПРЕСОВОГО ОБЛАДНАННЯ МАШИН ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

В.С.Неймак, ст.викладач
Д.А.Кіналь, магістрант
nejmakvit@gmail.com
Хмельницький національний університет

У сучасній легкій промисловості намітилася тенденція до створення великої кількості малих і середніх підприємств, де немає необхідності використовувати високопотужне і, відповідно, енергоємне пресове обладнання. В основному у ньому використовуються електромеханічний, гідравлічний чи пневматичний приводи. Поруч із перевагами це обладнання має і ряд недоліків: висока

вартість, громіздкість, низький ККД. На малих і середніх підприємствах, наприклад, при виконанні технологічних операцій тиснення та перфорації, особливо при обробці невеликих деталей верху взуття, не потрібно такого великого зусилля (450-1000 кН), яке дають звичайні преси.

Сучасний стан обладнання підприємств легкої промисловості показав актуальним проблему створення такого пресового обладнання, якому притаманні з одного боку: простота, надійність, універсальність; з іншого: відносно низька вартість.

В останні роки широкий розвиток та застосування автоматичних схем управління та регулювання зумовили появу автономних приводів як обертального, так і поступального руху, що використовуються в якості виконавчих механізмів.

Такі механізми з обертальним рухом виконавчого органу достатньо широко описані у вітчизняній та закордонній літературі.

Менш відомі так звані штовхачі, що представляють собою сукупність двигуна і поступальної передачі, тобто автономного, частіше всього конструктивно компактного, приводу з поступальним рухом робочого органу [1].

Світова практика конструювання та виготовлення штовхачів володіє великою різноманітністю рішень у цій області. Всі різновиди штовхачів знаходять широке застосування в різних областях техніки, але найбільший розвиток отримали електрогідродинамічні штовхачі, в подальшому називані електрогідравлічними штовхачами [2].

Комбінація гідронасоса з поршнем дозволяє вибрати в якості приводу електродвигун з відносно невеликою потужністю та моментом і при цьому отримати значно збільшену направлену силу.

Перспективно виглядає застосування гідроштовхачів в якості приводу для пресового гладильного обладнання. Зроблений висновок базується як на вимогах до пресового гладильного обладнання машин легкої промисловості так і на можливостях гідроштовхачів.

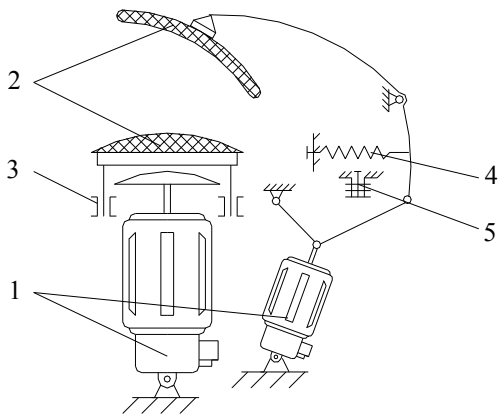
Основна вимога до пресового гладильного обладнання – забезпечення питомого тиску 0,15-1,5 кгс/см2 на протязі 10-45 с.

Аналіз технічної літератури та патентів показав, що таке обладнання можна створити шляхом використання автономних приводів, зокрема, гідроштовхачів.

Основна вимога до пресового гладильного обладнання – забезпечення питомого тиску 0,15-1,5 кгс/см2 на протязі 10-45 с.

Сучасні гідроштовхачі можуть забезпечити вимоги як по тиску, так і по часу пресування, при цьому мають ряд суттєвих переваг у порівнянні з іншими механізмами зворотно-поступального руху (мала чутливість до перевантажень, невисокий вміст кольорових металів, плавність роботи, досить високий ККД (0,15 – 0,5), економічність з точки зору енерговитрат) [3].

При встановленні гідроштовхача на звичайний гідравлічний гладильний прес відпадає необхідність встановлення гідробака та трубопроводів. Схема гладильного преса на базі гідроштовхача показана на рис.1.



Попередня оцінка показала перспективність запропонованого напрямку, але для кінцевої відповіді необхідно провести цикл експериментально-аналітичних досліджень пресового гладильного обладнання з автономним приводом на базі гідроштовхачів.

Рис.1: Схема гладильного преса на базі гідроштовхача:
1 – гідроштовхачі; 2 – гладильні подушки; 3 – направляючі;
4 – зворотна пружина; 5 – кінцевий вимикач-фіксатор

Список використаних джерел: *1. Гусельников Э.М., Ротт В.Ф. Электрогидравлические толкатели. - М.: Энергия, 1968. – 111 с. 2. М.П. Александров. Тормоза подъемно-транспортных машин. – М.: Машиностроение, 1976. – 384 с. 3. М. П. Александров. Подъемно-транспортные машины. – М.: Высшая школа, 1985, 520 с.*

УДК 621.313

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ДІАГНОСТУВАННЯ ОБМОТОК КОРОТКОЗАМКНЕНИХ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ

А.М.Залізецький, ст. викладач
І.Д.Колоднюк, магістрант
Хмельницький національний університет

Основним видом електропривода робочих механізмів виробничих об'єктів, завдяки простоті виробництва й експлуатації, є асинхронні двигуни (АД) з короткозамкненим ротором (КЗР). Широта застосування АД з КЗР підтверджується тим, що такими електроприводами споживається до 40 % електроенергії, виробляємої у світі.

Однак оптимальному використанню таких електродвигунів перешкоджує їхня висока пошкоджуваність (щорічно ушкоджуються 20-25 % від загальної кількості встановлених АД з КЗР). Це приводить до порушення безперервності технологічних процесів з наступним браком продукції, витратами на відновлення і ремонт електродвигунів, а також на відновлення нормальних технологічних процесів виробництва. Ушкодження двигунів власних потреб (в.п.) електростанцій може привести до зупинки блоку і тим самим уплинути на стійкість роботи енергосистеми.

Процес автоматизації керування технологічними процесами шляхом використання діагностування технічного стану обладнання, у тому числі й електродвигунів, у робочих режимах дозволяє до мінімуму знизити збиток від цих наслідків за рахунок раннього виявлення дефектів, що зароджуються.

Використання методів і засобів контролю й аналізу поточного технічного стану також дозволяє впровадити технологію обслуговування електродвигунів «по стану», що є джерелом істотного підвищення конкурентноздатності, рентабельності і прибутковості підприємства. Цьому сприяє бурхливий розвиток мікропроцесорної і комп'ютерної техніки.

Суть технології обслуговування «по стану» полягає в тому, що обслуговування і ремонт виконуються в залежності від реального поточного технічного стану електродвигуна, контрольованого в процесі експлуатації без яких-небудь розбирань і ревізій на базі контролю й аналізу відповідних параметрів. При цьому витрати на технічне обслуговування електродвигунів знижуються на 50-75 % в порівнянні з обслуговуванням «по регламенту» (система планово-попереджувальних ремонтів).

Для впровадження технології обслуговування «по стану» необхідна повна діагностика об’єкту, причому бажано виявляти всі дефекти, що впливають на ресурс, задовго до відмови, щоб підготуватися до ремонту.

Таким чином, проблема розробки й вдосконалення методів і засобів діагностування технічного стану електродвигунів на основі контролю параметрів робочих режимів є актуальною.

Виконання повноцінної діагностики електродвигунів у робочому режимі (під робочою напругою) можливо тільки в тому випадку, якщо контролюється такий набір параметрів режиму, зміна яких повністю відповідає всім можливим видам ушкоджень, тобто можна сказати, що всі можливі ушкодження спостерігаються в області змін режимних параметрів. Рішення цього завдання ускладнюється, оскільки однією з умов її рішення прийнято не застосовувати нові датчики (наприклад, вібрації й т.д.). Із сукупності параметрів режимів вибирають оптимальне число й сполучення, що дозволяє надійно виявляти відповідні ушкодження.

Метою роботи є підвищення надійності роботи АД з КЗР за рахунок вдосконалення методів і засобів технічної діагностики на основі контролю параметрів робочого режиму електродвигуна і забезпечення вірогідності постановки діагнозу.

Задачі досліджень відповідно до мети роботи полягають у наступному:

1. Виконати аналіз результатів фізичного і математичного моделювання сталих режимів роботи АД з КЗР при завданні різних видів дефектів, на підставі чого виявити найбільш інформативні діагностичні параметри, що характеризують зміну параметрів стану робочого режиму електродвигуна при виникненні дефектів обмоток статора і ротора.

2. Розвинути метод автоматизованого діагностування технічного стану АД з КЗР, заснований на контролі параметрів робочого режиму, для чого розробити: методологію, алгоритмічне і програмне забезпечення, принципи побудови і структурну схему системи технічної діагностики.

3. Обґрунтувати вимоги до точності виміру й обробки параметрів робочого режиму електродвигуна.

4. Оцінити технічну ефективність розробленого методу діагностування АД з КЗР шляхом проведення експериментальних досліджень з використанням макета системи технічної діагностики.

УДК 678.04

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИДАЛЕННЯ МЕТАЛОКОРДУ З ВІДХОДІВ ШИННОГО ВИРОБНИЦТВА

А.К.Кармаліта, к.т.н., проф.
М.Ю.Гаманчук,ст.гр.МБм-12-1
hamanchuk1995@gmail.com.
Хмельницький національний університет ,

Метою експериментальних досліджень є визначення технологічних зусиль, що виникають при видаленні металокорду з відходів шинного виробництва.

Об'єктом експериментальних досліджень є відходи шинного виробництва у вигляді листових заготовок, що містять латуньований металокорд.

Випробуванню підлягали зразки відходів шинного виробництва шириною основи 10…11 мм і довжиною 20…25 мм. Зразки відрізались від цілого шматка відходів повздовж металокорду. На 10…11 мм ширини смуги припадало 4 подвійних скрутки металокорду.

Дослідження проводились за допомогою виготовленого пристрою для визначення зусилля видалення металокорду двома ножами, що встановлювався на розривній машині для випробування полімерних матеріалів ИР 5057-50.

В процесі зрізу заміряли навантаження і характер його змінення по довжині обробки зразка.

Вимірювання технологічних зусиль, що виникали при різанні вимірювали за допомогою тензометричного датчика і системи перетворення сигналу за допомогою аналого-цифрового перетворювача і персонального комп'ютера.

Для запису результатів експерименту використовуються спеціальна програма, яка дає змогу зберігати отриману дані у форматі TXT, за якими потім робилась обробка результатів випробувань.

Обробку результатів експерименту здійснювали за допомогою ЕОМ використовуючи програмне забезпечення «Exel», «Graphical analysis», «Statistic 6.0» і «Mathcad Professional» в наступній послідовності:

- трансляція даних з файлів, що створені програмою запису цифрового сигналу у форматі «TXT» в таблиці «Exel» (данні представляють значення напруги, що лінійно залежать від зусилля, яке діяло на датчик розривної машини і записані в еквідистантні проміжки часу);
- масштабування даних за допомогою тарувальних коефіцієнтів і приведення до нульового рівня;
- трансляція даних в програму «Graphical analysis»;
- визначення значень руйнівних напружень і подовження до руйнування за графічними залежністю «напруження – деформація».

- розрахунок дисперсій розсіювання і відкидання даних , що мають значні відхилення в результаті похибки дослідів і визначення середньостатистичних значень за допомогою «Statistic 6.0».

Руйнуюче питоме зусилля, що припадає на 1 мм ширини зразка σ в Н/мм при зрізі обчислювались за формулою:

$$\sigma = \frac{P_p}{h};$$

де P_p - навантаження, при якому відбувалось зрізання гуми з металокорду, Н;; h - ширина робочої частини зразка, мм.

Характеристику розкиду даних оцінювали за величиною середнього і стандартного відхилення.

В результаті проведених досліджень встановлено, що питоме зусилля яке виникає при видаленні металокорду запропонованим способом не перевищує 140 н/мм. При чому, це максимальне зусилля виникає в перший момент часу обробки, коли починається руйнування суцільного шару гуми (рис. 1).

При подальшій обробці зусилля спочатку спадає до значень 80…90 н/мм, а потім спостерігається усталений режим, для якого зусилля становить 110 н/мм.

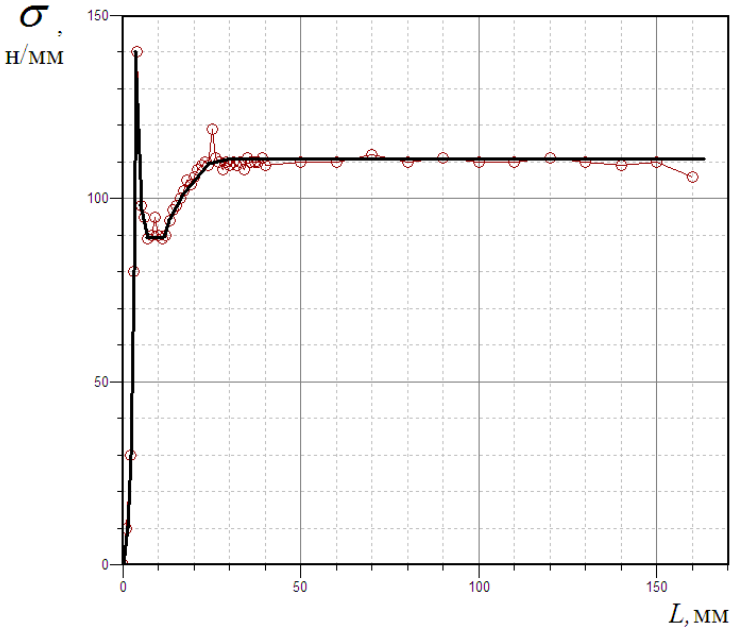


Рис. 1. Експериментально отримана залежність зміни питомого зусилля зрізу гуми від переміщення зразка відносно ножів

Експеримент проводили у 10 кратній повторюваності. Розбіжність значень питомого зусилля становила 4%, що свідчить про достовірність отриманих результатів.

УДК 628.92.97

СИМІСТОРНИЙ РЕГУЛЯТОР ПОТУЖНОСТІ ДЛЯ ПОБУТОВИХ ПРИСТРОЇВ

Смутко С.В., к.т.н., доцент,
Білицька М.В., магістрант
Хмельницький національний університет

У повсякденному побутовому житті ми досить часто використовуємо пристрої, технологічні можливості, яких забезпечуються за рахунок варіювання параметрів, а саме зміною температури нагріву чи яскравості освітлення, регулюванням швидкості обертання робочого органу і т.д. Це можна зробити обмеживши (або змінюючи в процесі роботи) силу струму, що проходить через навантаження побутовим регулятором потужності.

Під час розробки побутового регулятора потужності було проведено огляд та аналіз сфер застосування та конструкцій відомих регуляторів потужності призначених для регулювання потужності навантаження побутових електронагрівальних, освітлювальних приладів та електродвигунів змінного струму від 0 до 500 Ват в ланцюгах змінного струму при напрузі 220 В. В результаті цього огляду було встановлено перспективний напрямок створення симісторного регулятора потужності і запропоновано його конструкцію у вигляді електричної схеми представленої на рисунку 1.

Даний симісторний регулятор потужності використовує принцип фазового управління. Принцип роботи регулятора заснований на зміні моменту включення симістора щодо переходу мережевої напруги через нуль (початку позитивної або негативної напівхвилі напруги живлення).

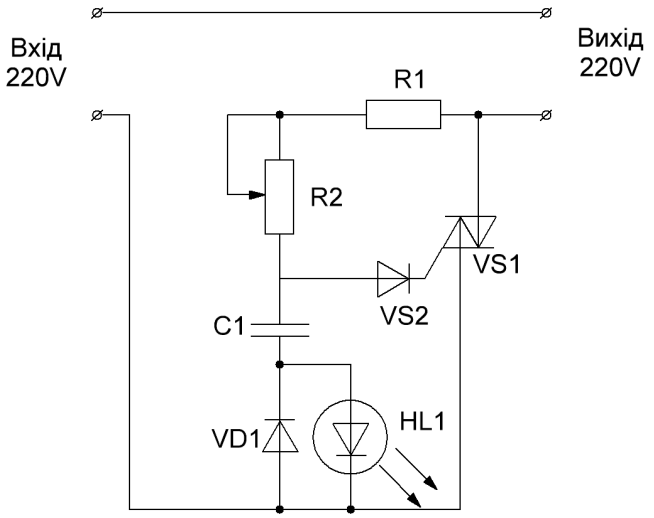


Рисунок 1 — Електрична принципова схема симісторного регулятора потужності

На початку дії позитивного напівперіоду симістор закритий. У міру збільшення напруги конденсатор C1 заряджається через дільник R1, R2. Наростаюча напруга на конденсаторі C1 відстає (зсувається по фазі) від мережної на

величину, що залежить від сумарного опору резисторів R1, R2 і ємності C1. Заряд конденсатора триває до тих пір, поки напруга на ньому не досягне порогу «пробою» диністора (близько 32 В). Як тільки диністор відкриється (отже, відкриється і симістор), через навантаження потече струм, який визначається сумарним опором відкритого симістора і навантаження. Симістор залишається відкритим до кінця напівперіоду. Резистором R2 встановлюється напруга відкривання диністора і симістора. Тобто цим резистором проводиться регулювання потужності. Під час дії негативної напівхвилі принцип роботи схеми аналогічний. Світлодіод HL1 відображає робочий режим регулятора потужності.

Графік напруги на навантаженні в залежності від положення движка резистора R2 поданий нижче на рисунку 2.

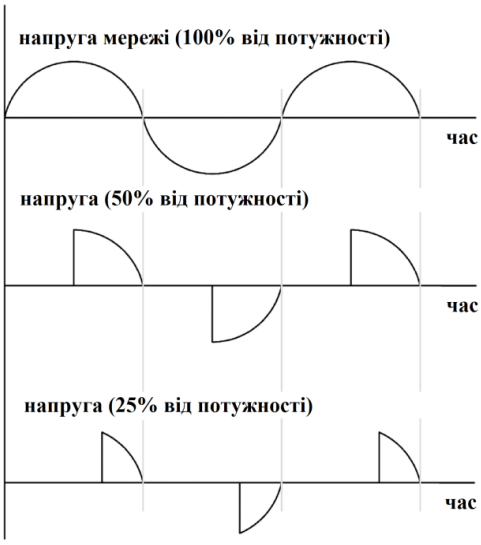


Рисунок 2 - Графік напруги на навантаженні в залежності від положення движка резистора R2

Розроблена схема симісторного регулятора потужності для побутових приладів, що зображена на рисунку 1, забезпечує більш плавне регулювання потужності, а також дає змогу регулювати споживану потужність практично від 0 до 100%.

Перевагою даної схеми є наявність симістора, що дає змогу регулювати споживану потужність, відсутність діодного моста, дроселя, транзисторів та незначна кількість елементів, що значно зменшує габарити, а також вартість самого пристрою. Також ця схема забезпечує безшумну роботу регулятора потужності та візуалізацію його робочого режиму. Завдяки широкому діапазону регулювання і великій потужності дана схема може знайти широке застосування в побуті.

На даний момент уже не тільки розроблена фізична модель даного симісторного регулятора потужності і виготовлено його конструкцію, але й досліджується робота і вплив регулятора потужності на побутові пристрої, а також на затрати часу, електроенергії та строк експлуатації побутових приладів.

УДК 687.053.422.2

РОЗРОБКА ЕКСЦЕНТРИКОВОГО МЕХАНІЗМУ ТРАНСПОРТУВАННЯ МАТЕРІАЛУ

О.М. Плакса, С.В. Смутко
Хмельницький національний університет

Розвиток швейної галузі в різних напрямках, як в області модернізації швейного обладнання, так і в області вдосконалення технології швейного виробництва, позитивно позначається на добробуті кожної людини. Модернізація та підвищення надійності швейного обладнання призведе до зниження собівартості та збільшення якості швейних виробів.

Великі труднощі при створенні швейних машин викликає розробка механізму транспортування тканини (транспортуючого механізму), що є одним з найбільш складних і навантажених.

Важливе значення має траєкторія руху зубчатої рейки, так як це суттєво впливає на процес транспортування матеріалу. Під час недостатнього контакту рейки з матеріалом, можуть утворюватися збірки і небажана посадка матеріалу, що суттєво впливає на якість продукції.

На сьогоднішній день розробка механізму транспортування тканини швейної машини, який має забезпечити потрібну траєкторію рейки, і якісне переміщення матеріалу є актуальною задачею, адже досягнення потрібної еліпсоподібної траєкторії дасть можливість забезпечити в подальшому якісну строчку.

В результаті огляду та аналізу траєкторій руху рейки і механізмів переміщення матеріалу на швейних машинах, було встановлено ряд переваг та недоліків. На основі розглянутого матеріалу зроблено висновок про те, якою повинна бути оптимальна траєкторія руху рейки, а також яким повинен бути механізм переміщення тканини, який би максимально виконував свої функції.

Нами запропоновано ексцентриковий механізм переміщення матеріалу на швейній машині, кінематична схема якого представлена на рисунку 1.

Механізм переміщення матеріалу в рукавній швейній машині складається з важеля 1, несучого зубчату рейку 2, закріпленого на осі 3, яка встановлена в П – подібній ланці 4, шарнірно встановлена на ексцентричній осі 5.

Зубчата рейка 2 кріпиться гвинтами 6 на одному плечі важеля 1, і друге плече важеля за допомогою важеля 7 з’єднана з ексцентриком підйому 8.

Вісь 3 за допомогою важеля 9 з’єднана з ексцентриком 10. Ексцентрик підйому 8 встановлений на валу 11, а ексцентрик подачі 10 встановлений на валу 12, які розташовані перпендикулярно напрямку вильоту рукава платформи 13 і отримують обертання за допомогою шестерень14 і 15 від шестерень 16 і 17, встановлених на валу 18.

Робота механізму здійснюється наступним чином.

Зубчата рейка 2 отримує рух вверх і вниз за допомогою коливання важеля 1 навколо осі 3, яке передається йому від ексцентрика підйому 8 на валу 11 важеля 7.

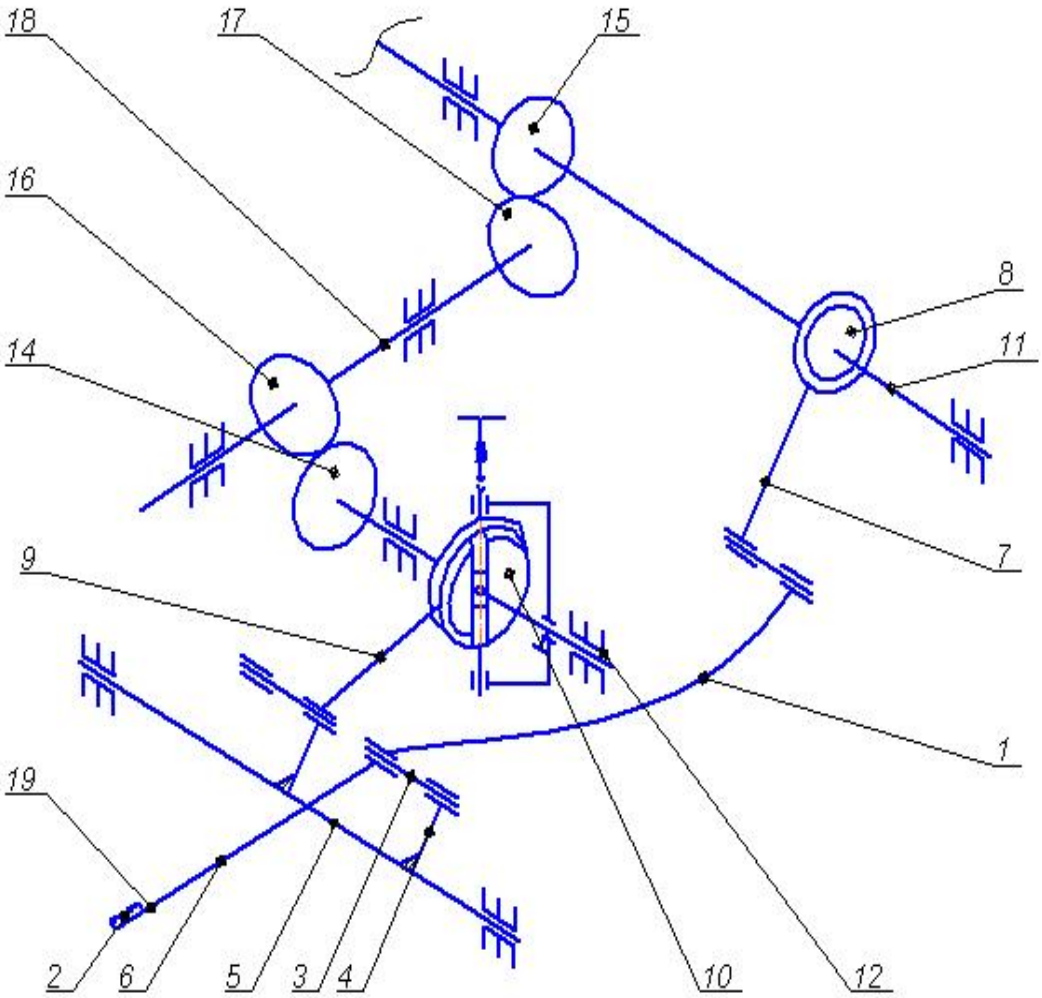


Рисунок 1 – Ексцентриковий механізм транспортування матеріалу

А горизонтальний рух в напрямку переміщення матеріалу зубчата рейка 2 отримує за рахунок відхилення осі 3 з важелем 1 навколо ексцентричної вісі 5. Відхилення осі 3 здійснюється від регульованого ексцентрика подачі 10 на валу 12 через важіль 9. Вали 11 і 12 отримують обертання відповідно через шестерні 15 і 14 від шестерень 17 і 16, розташованих на валу 18. Складання вертикального і горизонтального рухів зубчатої рейки 2 забезпечує її необхідну еліпсоподібну траєкторію руху.

Виконано кінематичне дослідження ексцентрикового механізму транспортування матеріалів, а також можливості його застосування на машині 237 кл. ПМЗ. Дослідження механізму було проведено графічним і графоаналітичним методом. Обидва методи дослідження показали, що механізм є працездатним і готовим до використання. Модель механізму транспортування матеріалу побудована у програмі SolidWorks та виконані аналітичні розрахунки у програмі MathCad доводять, що запропонований механізм транспортування матеріалу дає можливість отримати якісну строчку при транспортуванні матеріалів.

УДК 62-523.8

РОЗРОБКА СХЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО РЕГУЛЯТОРА ТЕМПЕРАТУРИ НАГРІВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ

В.С. Притуляк, С.В. Смутко, Д.В. Прибега
Хмельницький національний університет

Нагрівальні елементи широко застосовуються в електромеханічних системах побутового та промислового призначення. До таких пристроїв відносять сушильні апарати для лакофарбових покрить, сушарки для овочів та фруктів, сушарки для шкіри та клейових з'єднань, а також сушарки для текстилю. В цих апаратах застосовуються різні нагрівальні елементи в залежності від способу відведення тепла та виду сировини. В якості нагрівальних елементів можуть застосовуватися звичайні ТЕНи, реберні ТЕНи, керамічні нагрівачі, відкриті спіралі та спіралі в скляних колбах з вакуумом чи спеціальними газами. Відповідно і системи керування нагрівальними елементами різняться і залежать від точності регулювання температури в зоні сушіння, інерційності теплової системи, та виду нагрівача. В загальному їх можна поділити на два типи: спосіб регулювання дискретним живленням та плавним регулюванням напруги або струму. Дискретне живлення являє собою циклічно повторюване включення та виключення напруги живлення. Плавне може бути реалізоване за рахунок зміни напруги живлення через дільник напруги або електронним способом. Один із електронних способів регулювання напруги є фазо-імпульсне керування. Суть його полягає в тому, що напруга живлення до споживача подається через керований ключ. Ключ відкривається з частотою, що дорівнює частоті струму живлення зі зміщенням періоду імпульсу керування.

У випадку живлення споживача змінним струмом в якості ключа застосовується симістор. Однією з особливостей симісторного ключа є те, що його можна відкрити в будь який момент часу при подачі імпульсу напруги на електрод керування, а закриється він при переході через «0». Тому потужність нагрівального елементу залежить від моменту включення симістора, а відповідно розробка системи детектування переходу синусоїди через «0» та системи регулювання температури є актуальним завданням.

На рисунку 1 наведено структурну схему системи автоматизованого керування нагрівальними елементами. Принцип роботи автоматизованого блоку керування наступний. Споживач підключається до мережі живлення через симісторний ключ або твердотіле реле РТ, що в свою чергу керується мікроконтролером МК. На вході з мережі підключено блок детектування «0». Даний блок являє собою систему, що відслідковує момент коли синусоїда змінного струму переходить через вісь абсцис, тобто момент коли напруга U=0. Цей сигнал фіксує МК та в залежності від рівня встановленої температури змінює напругу живлення нагрівального елементу а відповідно і потужність нагрівача. Відрахувавши від моменту переходу через «0» необхідний проміжок часу з МК, подається імпульс керування на управляючий електрод РТ. Твердотіле реле відкривається і подається напруга живлення на нагрівальний елемент.

При переході через «0» симістор закривається. Далі цикл повторюється.

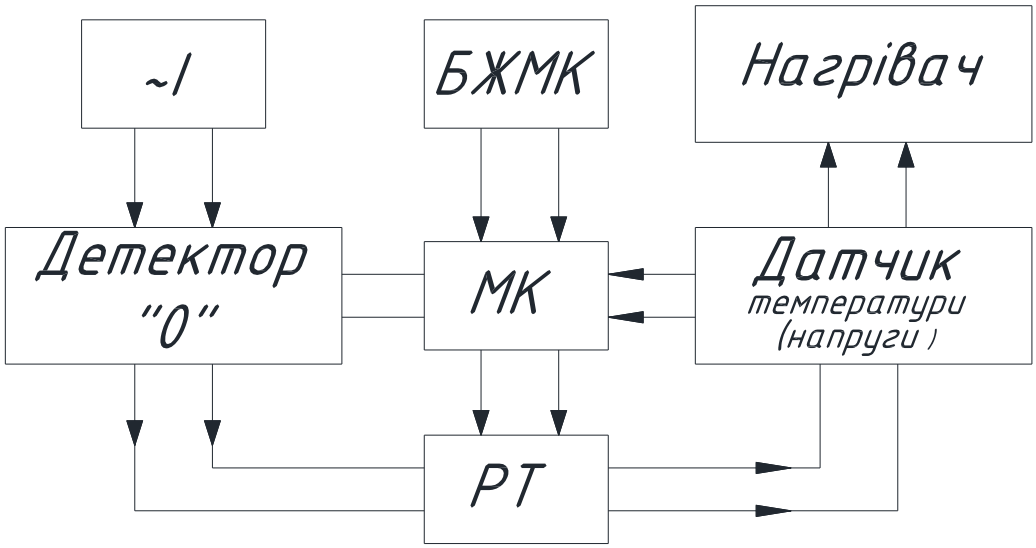


Рисунок 1 – Структурна схема блоку автоматизованого регулятора температури

Для контролю рівня температури в схемі передбачено датчик. В якості датчика може бути застосована термопара, аналоговий чи цифровий вимірювальний елемент. Сигнал з датчика поступає на аналого-цифровий перетворювач МК та порівнюється із заданою величиною. У випадку коли вимірений рівень температури більше заданого програмно змінюється затримка від моменту переходу синусоїди через 0 до моменту подачі імпульсу керування, що відкриває РТ, відповідно рівень напруги на нагрівальному елементі зменшується. Відповідно при рівні температури менше заданого контролер зменшує затримку від моменту переходу до подачі імпульсу керування. Програмно можна реалізувати швидке нагрівання коли затримка між переходом і імпульсом включення відсутня, тобто відбувається живлення напряму від мережі.

Згідно вимог до систем автоматизованого регулювання температури нагрівальних приладів (САРТ), складеної структурної розроблено електричну схему та друковані плати та змонтовано відповідну елементну базу на них.

Для даної САРТ проаналізовані фактори, що впливають на процес керування температурою в нагрівальній камері та розроблено алгоритм керування та програмне забезпечення системи автоматизованого регулювання температури.

Планується провести ряд експериментальних досліджень, що дозволять зробити висновки, про можливість використання даної САРТ в реальному технологічному обладнанні.

УДК 621.321

РОЗРОБКА ФІЗИЧНОЇ МОДЕЛІ ДІЇ НВЧ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ НА НЕОДНОРІДНІ ДІЕЛЕКТРИЧНІ МАТЕРІАЛИ

Форманюк В.
Хмельницький національний університет

Ефект мікрохвильового нагріву заснований на поглинанні електромагнітної енергії в діелектриках. Енергія з частотою від 300 МГц до 300 ГГц та, відповідно, довжиною електромагнітної хвилі в діапазоні від 1 м до 1 мм, розповсюджується в матеріалі, що піддається обробці. Поля НВЧ проникають у матеріали на значну глибину, яка залежить від їх властивостей. Взаємодіючи з речовиною на атомному та молекулярному рівні, ці поля впливають на рух електронів, що призводить до перетворення НВЧ-випромінювання в теплову енергію та відповідно у нагрівання матеріалів.

Обробка матеріалів за допомогою НВЧ-випромінювання демонструє значну кількість перспективних переваг у порівнянні з традиційними технологіями нагрівання. Наприклад, завдяки простоті перетворення НВЧ-випромінювання в тепло, отримуються високі швидкості нагрівання, при цьому в матеріалі не виникає руйнівних термомеханічних напружень; скорочується час обробки матеріалів; зберігається якісний зовнішній вигляд матеріалів; відбувається зменшення витрат на електроенергію, завдяки високій щільності потужності та фокусуванні потоку на матеріалі, минаючи нагрівання навколишнього середовища; знижується рівень забруднення навколишнього середовища. Обладнання створене на основі НВЧ-випромінювання працює майже безінерційно, тому можна миттєво змінювати рівень потужності, тривалість дії на матеріал та здійснювати точне регулювання температури.

Наукові дослідження з використання мікрохвильового випромінювання з метою скорочення тривалості термообробки різних матеріалів показали ефективність використання даного виду енергії. Було доведено, що, варіюючи геометрією та напруженістю електричного поля, можна створити умови об'ємного нагріву виробів, що дозволяє значно інтенсифікувати процес його термообробки; підвищити якість виробів; зменшити габарити нагрівальних установок; поліпшити економічні показники процесу; розробити нові види термічних процесів, неможливі для реалізації при використанні традиційних методів нагріву [1].

В даний час досить перспективним напрямком є застосування термічного впливу НВЧ електромагнітного поля на різні матеріали, що дозволяє або різко інтенсифікувати протікання термічних процесів або формувати на поверхні і в об'ємі матеріалу певну сукупність властивостей.

Для правильної оцінки застосовності НВЧ-випромінювання в спеціальних процесах потрібно детальне знання властивостей матеріалу на різних частотах і на всіх стадіях процесу.

Так як в процесі нагрівання, в більшості випадків, використовують лише одну частоту, а температурна залежність електродинамічних властивостей не відома, аналіз здійснюється тільки в залежності від самого матеріалу.

Поглинена потужність та глибина, на яку ця потужність проникає у продукт, що нагрівається, визначаються такими факторами: електричною провідністю, діелектричною та магнітною проникністю, частотою та геометрією НВЧ-системи.

Діелектрична проникність матеріалів з втратами - це комплексна величина [2] визначається за формулою:

$$\varepsilon_к = \varepsilon_0 \left(\varepsilon - j \cdot \varepsilon_1 \right) = \varepsilon_0 \varepsilon \left(1 - j \cdot tg\delta \right) \quad (1)$$

де ε - відносна діелектрична проникність, $tg\delta = \varepsilon_1/\varepsilon$ - коефіцієнт діелектричних втрат матеріалу або тангенс кута втрат.

Під глибиною проникнення в НВЧ-енергетиці розуміють відстань d, на якому щільність потужності зменшується до 37% від значення на поверхні, тобто іншими словами, 63% початкової енергії електромагнітної хвилі поглинається в матеріалі та перетворюється в тепло.

При малій величині $tg\delta$ глибина проникнення потужності у матеріал d визначається за формулою (см):

$$d = \frac{15}{\pi f \sqrt{\varepsilon} \cdot tg\delta} \quad (2)$$

де f - частота, Гц, f = 2,45 ГГц.

Так як поглинена об'єктом потужність перетворюється в тепло, то визначення питомої поглиненої потужності $P_{пит}$ полягає у вимірюванні швидкості росту температури об'єкта (Вт/см^3):

$$P_{пит} = \frac{P}{V} = \frac{c \cdot m\left(\Delta T / \Delta t\right)}{V} = \left|C\right| \cdot \left|\frac{\Delta T}{\Delta t}\right| \quad (3)$$

де $\Delta T / \Delta t$ - значення величини зміни швидкості росту температури, ^{o}C/c; C – значення теплоємності об'єкта, Дж/г ^{o}C; V – об'єм об'єкта, см^3. Як правило для біологічних об'єктів 1 см^3 це 1 г. Теплоємність води C рівна 4,2 Дж/г ^{o}C.

Якщо tgδ зменшується з температурою, то процес нагрівання стабільний (поглинання НВЧ-енергії падає з температурою). Таке автоматичне обмеження температури відбувається при нагріванні діелектриків, в яких втрати обумовлені вмістом води с її особливою залежністю діелектричних властивостей від температури.

Список використаних джерел: 1. Рогов И.А. Сверхвысокочастотный нагрев пищевых продуктов: учебное пособие/ И.А. Рогов, С.В. Некрутман. – М.: Агропромбытиздат. 1986. – 351 с. 2. О.Морозов, А.Каргин, Г.Савенко, В.Требух, И.Воробьев. Промышленное применение СВЧ-нагрева. Наука. Технология. Бизнес. Выпуск №3. 2010р.

УДК 621.365.5

РОЗРОБКА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ІНДУКЦІЙНОЮ НАГРІВАЛЬНОЮ УСТАНОВКОЮ

В.В.Олійник, студент 6 курсу.
А.М.Залізецький, ст. викладач.
Хмельницький національний університет,

Індукційні нагрівальні установки (ІНУ) широко застосовуються в різних технологічних процесах у машинобудуванні, металургії та побуті. Останнім часом перед людством стоїть проблема щодо скорочення рівня витрати природних ресурсів. Особливої уваги заслуговує проблема зменшення витрат енергії на обігрів приміщень. Одним із напрямків вирішення цього є застосування індукційних нагрівальних установок, основою яких є індуктори. Їх робота заснована на індукційному нагріві тіл (переважно провідників) вихровими струмами, збуджуючим змінним магнітним полем. Такі прилади прийнято відносити до класу енергозберігаючого обладнання, які є енергоефективними за рахунок високого коефіцієнта потужності, що характеризується частотою використовуваного струму. Це дозволяє знизити експлуатаційні витрати на 30% [1]. Актуальність розробки індукційних нагрівальних установок також підтверджується їх безшумною роботою і високим рівнем екологічної безпеки.

На кафедрі машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем Хмельницького національного університету розроблена система керування індукційною нагрівальною установкою для обігріву приміщення, структурна схема якої приведена на рисунку 1.

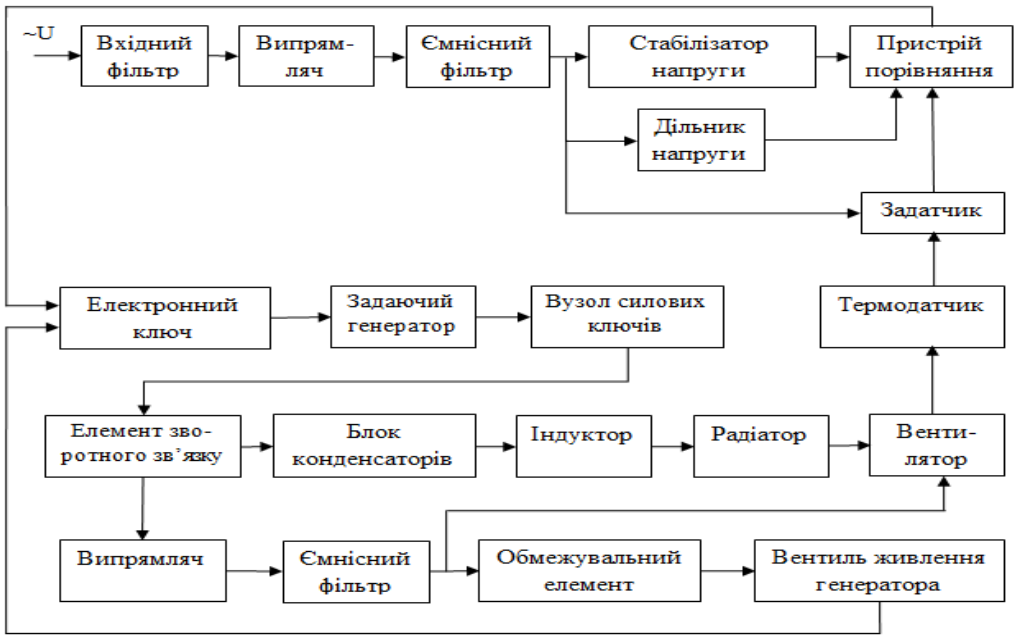


Рисунок 1 – Структурна схема системи керування індукційною нагрівальною установкою

В основі індукційного нагріву лежить явище електромагнітної індукції, суть якого полягає в тому, що при внесенні провідника в змінне електромагнітне поле в ньому виникає електрорушійна сила. Провідник, який представляє

собою опір струму, що протікає по ньому, нагрівається відповідно до закону Джоуля–Ленца.

Коротко розглянемо побудову та принцип дії за структурною схемою розробленої системи керування індукційною нагрівальною установкою.

Для запобігання проникнення високочастотних коливань в електричну мережу живлення установки служить вхідний фільтр. Змінна напруга перетворюється випрямлячем в постійну напругу. Для зменшення пульсацій випрямленої напруги в схемі передбачений ємнісний фільтр та стабілізатор напруги. Дільник напруги і задатчик служать для установки необхідного режиму роботи установки. Живлення задаючого генератора високочастотних коливань здійснюється через електронний ключ. Високочастотні коливання через вузол силових транзисторних ключів, вузол елементу зворотного зв'язку та блок конденсаторів поступають на індуктор. Електромагнітне поле індуктора наводить в радіаторі електрорушійні сили, що призводить до виникнення вихрових струмів та нагрівання радіатора.

Розроблена система керування забезпечує п'ять температурних режимів роботи індукційної нагрівальної установки, результати дослідження яких приведені на рисунку 2.

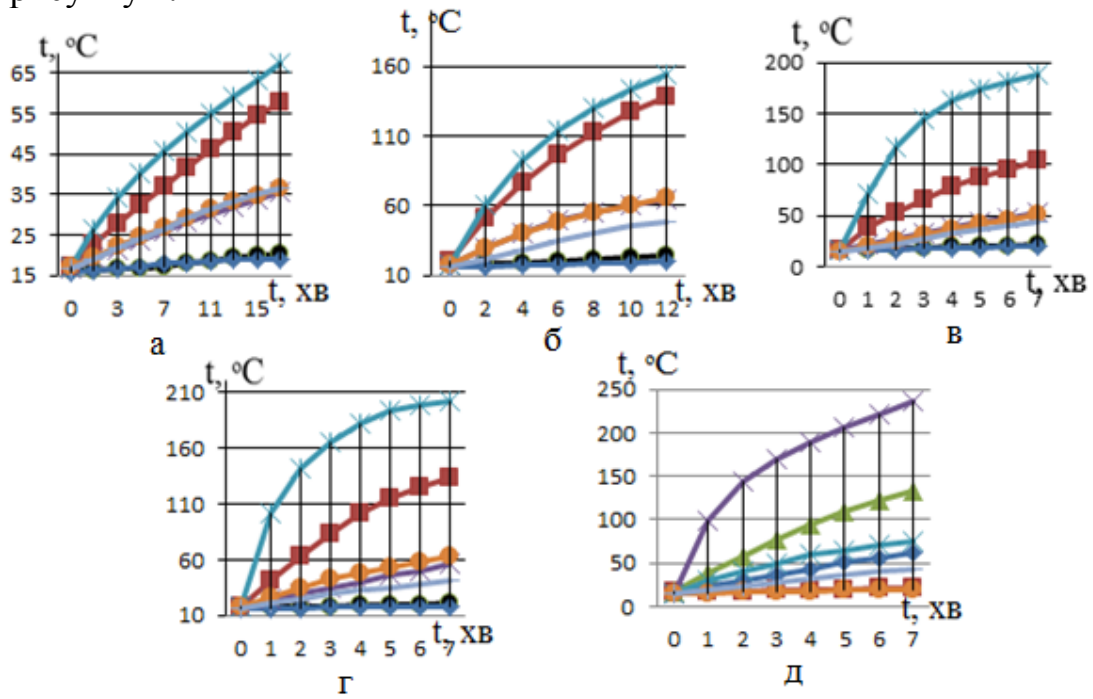


Рисунок 2 – Графіки досліджень температурних режимів роботи ІНУ:
а – перший режим; б – другий режим; в – третій режим; г – четвертий режим;
д – п'ятий режим;

Список використаних джерел: *1. Індукційний котел [Електронний ресурс] / Режим доступу: http://opalennia.com/induktsijnij-kotel-tsini-ta-vidguki-mozhna-zrobiti-induktsijnij-opalyuvalnij/ 2. Слухоцкий А.Е., Рыскин С.Е. Индукторы для индукционного нагрева. Л.: Энергия, 1974. - 264 с.*

УДК 621.396.96

ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНІ ДЖЕРЕЛА В ПРОМИСЛОВОСТІ ТА ПОБУТІ

Маленький В., Лісевич С.
Хмельницький національний університет

Виникнення контактної різниці потенціалів при контакті двох різнорідних провідників, відкрите А.Вольта, привернуло увагу багатьох фізиків до процесів, що протікають в ланцюгах різнорідних матеріалів.

Суть явища, яке увійшло згодом у фізику під терміном «ефект Зеебе-ка», полягала в тому, що при замиканні кінців ланцюга, що складається з двох різнорідних металевих матеріалів, спаї яких знаходились при різних температурах, магнітна стрілка, вміщена поблизу такого ланцюга, поверталася так само, як і в присутності магнітного матеріалу. Кут і напрямок повороту магнітної стрілки залежали від значення різниці температур на спаях ланцюга і сполучених матеріалів, з яких складений ланцюг.

В основі термоелектричної генерації лежить ефект Зеєбека - термоелектричний ефект, полягає у виникненні термоЕРС при нагріванні контакту (спаю) двох різнорідних металів або напівпровідників (термопари). Напруга термоЕРС прямо пропорційно коефіцієнту Зеєбека α і різниці температур ΔT між гарячою Th і холодної Tc сторонами (спаями) термоелектричних модуля (рис. 1).

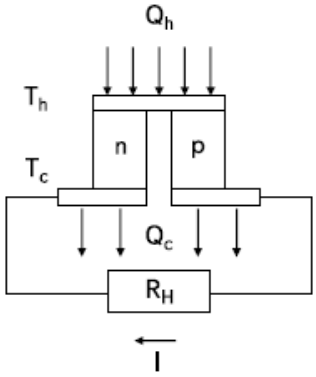


Рисунок 1 - Схематичне представлення ефекту Зеєбека на прикладі спаяних термоелектричних елементів n- і p-типу

Представлена конструкція термопари складається з різнорідних напівпровідникових термоелементів n- і p-типу, з'єднаних між собою на одній стороні, інші два кінця підключаються до навантаження Rн. Якщо температура місця контакту відмінна від температури вільних кінців, то по такому ланцюгу піде струм, а на навантаженні буде виділятись корисна потужність. Величину термоЕРС визначається за формулою:

$$E_{EPC} = \alpha \cdot \Delta T \qquad (1)$$

Для збільшення одержуваних електричної потужності та напруги, термопари з'єднують послідовно, при цьому вони утворюють термобатарею або термоелектричний модуль, графічне зображення якого представлено на рисунку 2.

У побутових пристроях термоелектричний ефект використовується для генерування додаткової електричної енергії, як альтернативної та екологічно чистої.

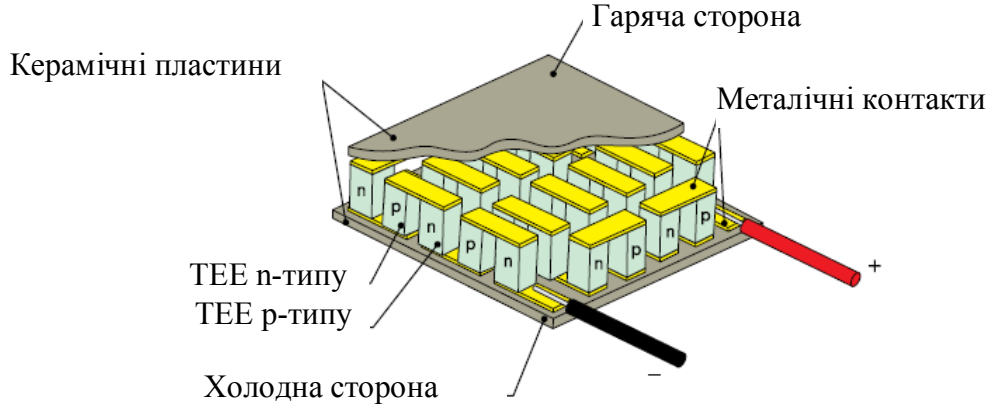


Рисунок 2 - Термоелектричний генераторний модуль

Першим застосування ТЕГ в побуті вважається генератор для живлення лампового приймача (потужність близько 2 Вт), який працював від тепла гасової лампи. Зараз розробляється широкий спектр термоелектричних генераторних модулів, що дозволяють отримувати електричну потужність за короткий термін, достатню для живлення малопотужних пристроїв. Зокрема, у конструкціях побутових пристроїв можливі такі додаткові функції завдяки генеруванню електричної енергії:

- печі, каміни, котли, що використовуються для опалювання приміщення використовуються: для освітлення приміщення безпечною напругою 12 В; зарядки акумуляторів побутових приладів; живлення малопотужних побутових пристроїв; забезпечення прискореної циркуляції повітря за рахунок застосування вентиляторів; живлення ЖК-телевізорів та іншої радіоапаратури; зарядки акумулятора для використання енергії після закінчення пропалювання; живлення автономного підсвічування;
- мангали, жаровні, барбекю - живлення підсвічування; живлення системи регулювання температури смаження; живлення двигуна обертання шампура;
- сонячні концентратори теплової енергії - отримання електричної енергії для живлення систем телеметрії, автоматики, циркуляції теплоносія і ін

Наприклад, пристрої, встановлені на невелику опалювальну поверхню, забезпечують зарядку вбудованого акумулятора при спільній роботі з вбудованим контролером заряду. В період горіння дров, при забезпеченні температури на поверхнях, що нагрівається від 300 до 400°С виробляється 50 Вт електричної потужності.

Термоелектричні модулі широко використаються в якості вимірювачів щільності теплового потоку, для вимірювання та контролю теплових режимів двигунів, різних приладів і механізмів, для визначення теплових втрат, коефіцієнтом та теплопровідності, для отримання інформації про характер тепловиділень біологічних об'єктів, для дозиметрії, контролю і автоматизації технологічних процесів.

Список використаних джерел: 1. Кораблев В. А., Тахистов Ф. Ю., Шарков А. В. Прикладная физика. Термоэлектрические модули и устройства на их основе: Учебное пособие /Под ред.проф. А. В. Шаркова. СПб: СПбГИТМО (ТУ), 2003. 2. Шостаковский П. Современные решения термоэлектрического охлаждения для радиоэлектронной, медицинской, промышленной и бытовой техники // Компоненты и технологии. 2009. № 12. 2010. № 1.

УДК 621.763

ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТЕПЛОВОГО НАСОСА ПОВІТРЯ-ВОДА

Р.В. Фрей
ruslanfrey@gmail.com
Хмельницький національний університет

У зв'язку з розвитком виробничих технологій і значним погіршенням екологічної ситуації в багатьох регіонах земної кулі, людство зіткнулося з проблемою пошуку нових джерел енергії. Теплові насоси універсальне джерело альтернативного тепла. Вони використовують всі наявні альтернативні джерела енергії. Це компактні економічні та екологічно чисті системи опалення, що дозволяють отримувати тепло для гарячого водопостачання та опалення будівель за рахунок використання тепла грунту, грунтових артезіанських вод, озер, морів і повітря шляхом перенесення його до теплоносія з більш високою температурою.

Теплові насоси можна кваліфікувати за різними ознаками [1]: за принципом дії - парокомпресійні, абсорбційні, адсорбційні і термоелектричні; за схемою застосування - моновалетні і бі-валентні; по використанню джерел низькопотенційної теплоти - зовнішнє повітря, поверхневі води (річка, озеро, море), підземні води; ґрунт, сонячна енергія, низькопотенційна теплота штучного походження (стічні води, витяжне повітря систем вентиляції та ін.); по поєднанню з нагріваючим в середовищем - повітря-повітря, повітря-вода, ґрунт-повітря, ґрунт-вода, вода-повітря, вода-вода; по області застосування - для опалення, вентиляції, кондиціонування повітря, підвищення ефективності енергетичних установок.

На основі аналізу різного типу конструкцій теплових насосів було встановлено, що тепловий насос повітря-вода є перспективним, оскільки має високу ефективність, економічність роботи і є більш дешевшим при конструюванні порівняно з іншими, його принцип роботи представлений на рисунку 1.1 [2].

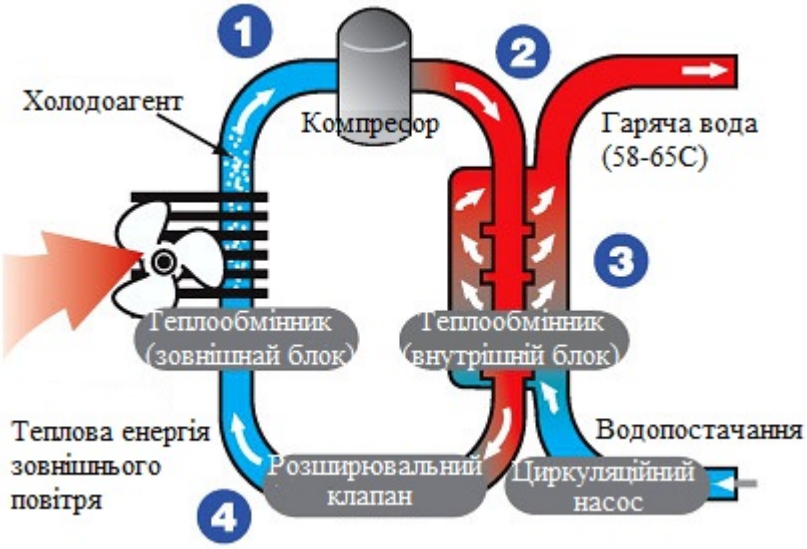


Рисунок 1.1 - Принцип дії теплового насоса повітря-вода

В процесі випаровування теплоносія в зовнішньому блоці відбирається теплова енергія від джерела тепла, в даному випадку з навколишнього повітря. Теплоносій надходить у компресор, де при стисненні збільшується його температура. Нагрітий до газоподібного стану, теплоносій нагнітається в теплообмінник внутрішнього

блоку. У цьому блоці за допомогою конденсації носія нагрівається рідина опалювальної системи, яка подається на радіатори обігріву. Охолоджений теплоносій подається знову в зовнішній блок, і процес повторюється знову.

Питоме теплове навантаження теплового насоса $q_{тн}$ - це теплота, передана гарячому теплоносію. Для оцінки ефективності теплового насоса використовуються коефіцієнти перетворення теплоти μ і електроенергії μе і питомої витрати електроенергії Е і первинної енергії ПЕ на одиницю отриманої теплоти. Коефіцієнт перетворення теплоти μ - це відношення теплоти, переданої гарячому теплоносію до роботи, витраченої на стиск [3]:

$$\mu = \frac{q_{тн}}{l_{ст}}.$$

Коефіцієнт перетворення теплоти ідеального парокомпресійного циклу Карно $\mu_{ід}$ є величиною, зворотньою термічному ККД циклу Карно:

$$\mu_{ід} = \frac{1}{1 - \frac{T_і}{T_к}} = \frac{T_к}{T_к - T_і}.$$

Значення $\mu_{ід}$ при різних температурах випаровування і конденсації представлено на рис. 1.2. З рис. 1.2 видно, що $\mu_{ід}$ найбільш високий при мінімальній різниці між температурами випаровування і конденсації, тобто між температурами гарячого та холодного теплоносіїв. Коефіцієнти μ реальних теплових насосів завжди менше значення $\mu_{ід}$.

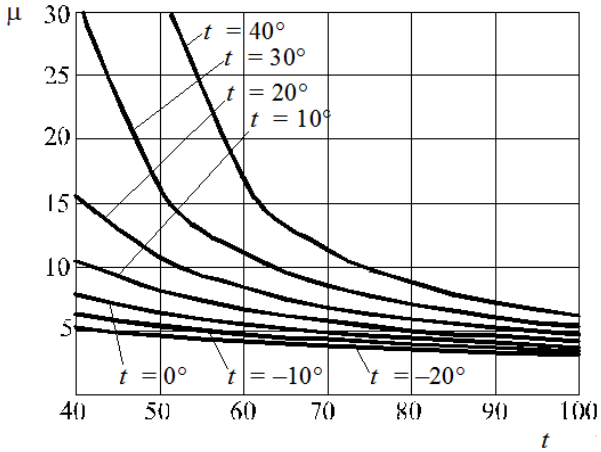


Рисунок 1.2 - Коефіцієнт перетворення теплоти ідеального парокомпресійного циклу Карно $\mu_{ід}$ при різній температурі випаровування $t_і$ і конденсації $t_к$

Відношення реального і ідеального коефіцієнтів перетворення теплоти називають ККД теплового насоса $\eta_{т.н}$: $\eta_{т\,т.н} = \frac{\mu}{\mu_{ід}}$.

Енергетичну ефективність теплового насоса зручно оцінювати за допомогою p, h-діаграми. На цій діаграмі значення $q_і$, $q_к$, $q_{по}$, $l_{ст}$ відповідають розміру проекцій відповідних процесів на вісь абсцис (рис. 1.3 (а)). Тому коефіцієнт перетворення теплоти дорівнюватиме відношенню різниць ентальпій h_2 - h_3 і h_2 - h_1. Розглянемо два випадки з однаковою температурою випаровування, але різною температурою конденсації (рис. 1.3 (б)).

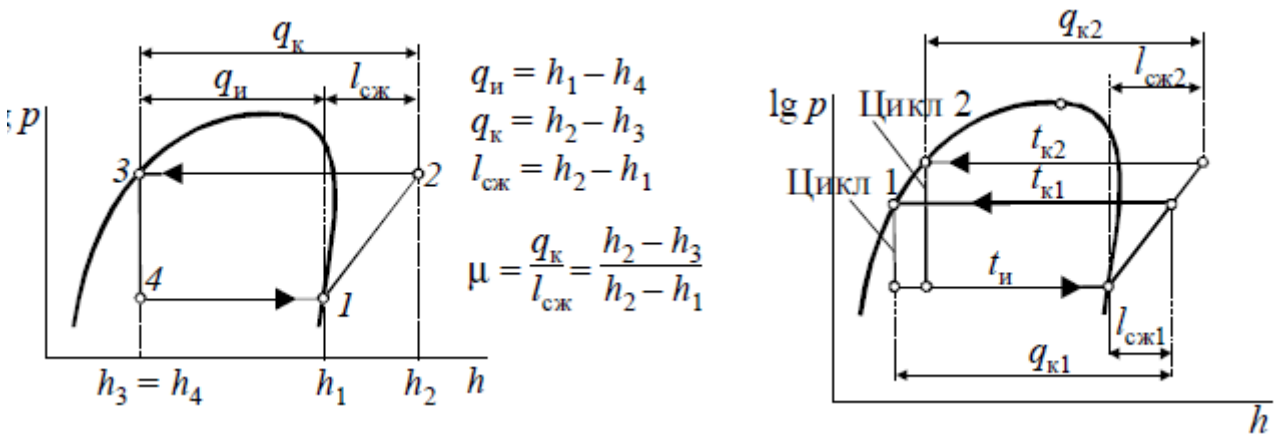


Рисунок 1.3 – а - Енергетичні потоки в ідеальному парокомпресіонном тепловому насосі; б - цикл роботи теплового насоса при однаковій температурі випаровування ti і різних температурах конденсації $t_{к1}$ і $t_{к2}$

З рис. 1.3 (б) видно, що при зменшенні температури конденсації (зміщенні вниз лінії 2-3 величина $l_{ст}$ буде зменшуватися швидше, ніж величина $q_к$. Тому коефіцієнт перетворення енергії μ буде зростати. Можна зробити висновок, що робота теплового насоса тим ефективніше, чим менше різниця температур випаровування і конденсації і чим далі цикл віддаляється від критичної точки. Ефективність теплових насосів з урахуванням втрат енергії в приводах компресорів оцінюється по співвідношенню спожитої електроенергії та отриманої теплоти. Коефіцієнт перетворення електроенергії μ_e (в іноземній літературі званий Coefficient of Performance або COP) - це відношення теплоти, переданої гарячому теплоносію до електроенергії, підведеної до приводу-електродвигуна, по відношенню до коефіцієнта μ він додатково включає механічні втрати енергії в компресорі і втрати енер гии в електродвигуні:

$$\mu_e = \frac{q_{тн}}{W} = \eta_{е.м}\eta_e\,\mu,$$

де $\eta_{е.м}$ - електромеханічний ККД компресора, зазвичай дорівнює 0,9 ... 0,95;
η_e - ККД електродвигуна, дорівнює 0,6 ... 0,95.

Питомі витрати електроенергії на одиницю переданої теплоти є величиною, зворотної μ_e:

$$E = \frac{W}{q_{тн}} = \frac{1}{\mu_e}.$$

Для ефективної роботи насоса з електроприводом мають виконуватися умови $\mu_e > 1$ або $E < 1$. Якщо ці величини рівні 1, то теплота, вироблена тепловим насосом, стає рівною теплоті, отриманої при прямому використанні електроенергії на обігрів, і застосування теплового насоса втрачає сенс.

Список використаних джерел: *1. Классификация тепловых насосов [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://osipovs.ru/index.php/klasifikacia 2. Аналіз теплових насосів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://poradu24.com/remontu/opalennya/teplovij-nasos-povitrya-voda-dlya-opalennya-budinku-princip-roboti-ta-video-z-vidklikannyam-vlasnika.html_3. Трубаев П.А., Гришко Б.М. Тепловые насосы: Учеб. пособие — М.: БГТУ им. Шухова В.Г., 2009. — 142 с.*

УДК 621.313

РОЗРОБКА СТЕНДА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МАГНЕТРОНА МІКРОХВИЛЬОВОЇ ПЕЧІ

П.С. Майдан, к.т.н., доц.
О.О. Ткачук, ст.гр. ЕТм-17-1
Хмельницький національний університет

Під час активного впровадження енергозберігаючих технологій, а мікрохвильові печі використовуються практично усюди в побуті, в місцях громадського харчування, потягах, тощо, так як приготування їжі в них дуже зручне, швидке, проте неекономічне з точки зору споживання електроенергії, питання про нормування їх енергозатратності постає особливо актуально. Незважаючи на наявність систем керування, які дозволяють мінімізувати споживання електроенергії, режими їх роботи потребують детальнішого вивчення та подальшого вдосконалення.

Тому метою роботи є: розробка стенду для наочного спостереження за зміною енергозатратних та температурних показників магнетрона мікрохвильової печі при зміні режимів роботи та знаходження шляхів можливого оптимізування цих режимів.

Електрична потужність, безумовно, впливає на функціональні можливості мікрохвильової печі, але не в прямій залежності. Вихідна мікрохвильова потужність інша справа. По суті, вихідна мікрохвильова потужність-це реальна потужність мікрохвильової печі.

Конструкції мікрохвильових печей бувають як прості так і складні. Вони відрізняються за такими параметрами:

- за типом приготування (Соло; Соло і Гриль; Соло, Гриль і Конвекція);
- по об’єму (коливається від 17 до 37 літрів);
- типи управління (Механічне, кнопкове, сенсорне);
- мають від 4 до 10 рівнів потужності.

Надвисокочастотним називається нагрівання об’єкта енергією електромагнітного поля надвисоких частот. Електромагнітна хвиля, проникаючи в об’єкт, взаємодіє із зарядженими частками. Сукупність таких мікроскопічних процесів приводить до поглинання енергії поля в об’єкті. Повний опис ефекту можна отримати лише за допомогою квантової теорії. Обмежимося обліком макроскопічних властивостей матеріального середовища, описуваних класичною фізикою.

В дослідженнях та побудові математичної моделі процесів нагріву в мікрохвильовій печі використовується саме кераміка. Для цього є декілька причин. По-перше, тому що більшість мікрохвильових печей з керамічним покриттям. По-друге, кераміка – відмінний, твердий діелектрик, у якого критичне поле нагрівання $2*10^6$ К. По-третє вона важко пропускає магнітні хвилі та відносно легко досліджується.

Використовуються циліндрична система координат і властивості осьової симетрії. Проводиться моделювання стаціонарного режиму нагріву керамічних виробів електромагнітним випромінюванням.

Стаціонарність теплових станів керамічної труби встановлюється з рівняння енергетичного балансу між її нагріванням за рахунок дисипації потужності, що підводиться електромагнітною хвилею радіального типу $E(0;0;E_z = E(r))\exp(iwt), H(0;H_\varphi = H(r);0)\exp(iwt)$, і кондуктивним охолодженням шляхом відводу тепла в навколишній нерухомий газ.

Проводиться чисельний розрахунок нагріву керамічної труби і суцільного циліндра (для порівняння за моделлю) з окису алюмінію електромагнітним випромінюванням в нерухомому повітрі при атмосферному тиску: $R_c = 24мм, R_1 = 6{,}18мм, R = 50мм; f = 25{,}50\ і\ 100ГГц$. Коефіцієнти $\rho_c, C_p, \lambda, \varepsilon_r, \varepsilon_i$, беруться з тих же джерел, що і в роботі.

Вимірювання і контроль викликаного струму є принциповою вимогою для широкого кола додатків, включаючи схеми захисту від перевантаження по струму, зарядні пристрої, імпульсні джерела живлення, програмовані джерела струму та інше. Один з найпростіших методів вимірювання струму-використання резистора з малим опором – шунта, між навантаженням і загальним проводом, падіння напруги на якому пропорційно протікаючому струму. Незважаючи на те, що даний метод дуже простий у реалізації, точність вимірювань залишає бажати кращого, тому що опір шунта залежить від температури, яка не є постійною. Крім того, такий метод не дозволяє організувати гальванічну розв’язку між навантаженням і приладом вимірювання струму, що дуже важливо в приладах, де навантаження живиться високою напругою.

Датчик струму ACS712 заснований на принципі, відкритому в 1879 році Едвіном Холом (Edwin Hall), і названим його ім’ям. Ефект Холла полягає в наступному: якщо провідник із струмом поміщений в магнітне поле, то на його краях виникає електрорушійна сила (ЕРС), спрямована перпендикулярно, як до напрямку струму, так і до напрямку магнітного поля.

Через тонку пластину напівпровідникового матеріалу, звану елементом Холла, протікає струм. При наявності магнітного поля, на рухомі носії заряду (електрони) діє сила Лоренца, викривляється траєкторія руху електронів, що призводить до перерозподілу об’ємних зарядів у елементі Холла. Внаслідок цього на краях пластини, паралельних напрямку протікання струму, виникає ЕРС, звана ЕРС Холла. Ця ЕРС пропорційна векторному добутку індукції B на щільність струму і має типове значення порядку декількох мікровольт.

Розроблений стенд на базі програмного середовища LabVIEW дозволить в реальному часі спостерігати за змінами, як електричних так і температурних показників, що відбуватимуться у мікрохвильовій печі. Завдяки цьому ми можемо визначити споживану потужність та зміну температури всередині магнетрону мікрохвильової шафи у будь-який момент часу.

УДК 677.005

THE DEVICE FOR THE RESEARCH A WIND GENERATOR WITH VERTICAL ROTATION AXIS

УСТАНОВКА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВІТРОГЕНЕРАТОРА З ВЕРТИКАЛЬНОЮ ВІССЮ ОБЕРТАННЯ

Polishchuk A.[1], Melnyk V.[1], Lisevich S.[1], Mroziński A.[2]
[1]Khmelnytskyi National University, Khmelnytskyi, Ukraine
[2]UTP University of Science and Technology, Bydgoszcz, Poland

В теперішній час, коли вартість енергетичних носіїв постійно зростає актуальним є впровадження пристроїв, які допоможуть її заощаджувати. До цих пристроїв зокрема відносяться такі установки як вітрогенератори. Використання таких пристроїв на виробництві дозволить значно заощаджувати кошти, що в свою чергу зменшить собівартість виготовленої продукції підприємством. Також такі установки є актуальними при застосуванні їх в сфері побуту. Експлуатація вітроустановок не вимагає палива і води, вони можуть бути повністю автоматизовані, зайнята територія під вітроустановку є невеликою.

Україна має потужні ресурси вітрової енергії. Річний технічний вітроенергетичний потенціал складає 30 млрд. кВт/год. В умовах України за допомогою вітроустановок можливим є використання 19 % річного об'єму енергії вітру, що проходить крізь перетин поверхні вітроколеса. Вітрові умови певного району характеризуються вітроенергетичним потенціалом, який включає різні показники вітру, визначені за результатами багаторічних спостережень.

Вітрогенератори за конструкцією поділяються на два класи:

- горизонтально-осьові;
- вертикально-осьові.

На даний час все більшої популярності набули вертикальні вітрогенератори. Вони мають ряд переваг порівняно з горизонтальними установками. Ці пристрої працюють абсолютно безшумно, не виділяючи додаткових вібрацій. Вони безпечні для людини і навколишнього середовища. Вертикальні вітрогенератори активно працюють навіть при невеликих вітрових потоках, не потребують системи орієнтації за напрямком потоку вітру.

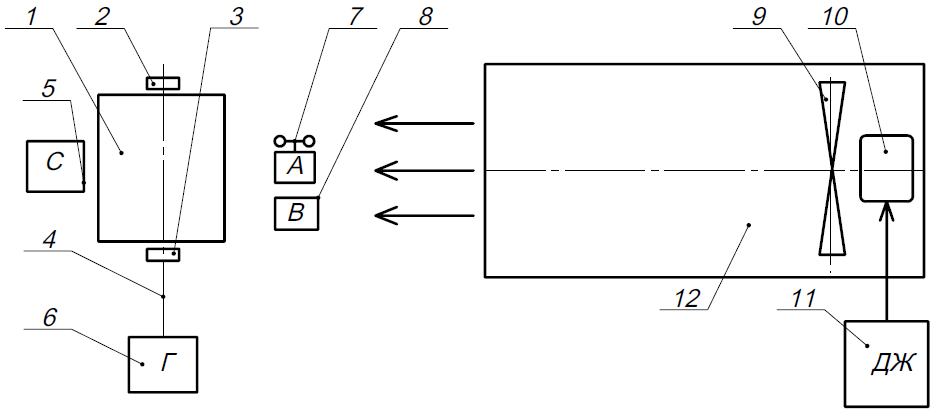
Україна має великий вітроенергетичний потенціал, тому в подальшому є рентабельним розвиток вітроустановок середньої і великої потужності і поліпшення їх конструкцій, які в подальшому займуть великий відсоток в загальному енергетичному господарстві України. Також є доцільним дослідження і розробка вітрових установок малої потужності для забезпечення автономним електропостачанням невеликих підприємств і приватних будинків, або проблемних об’єктів для яких проводити лінію електричного постачання є економічно невигідно.

На сьогоднішній день існує багато різноманітних конструкцій вертикальних вітрових генераторів, але тематика їх досліджень і покращення розроблених конструкцій, механізмів, вузлів залишається актуальною. Особливо для вертикальних вітрогенераторів які застосовують різні принципи дії такі як засто-

сування аеродинамічної підйомної сили крила, або принципу сили дії тиску на лопать.

В основу експериментальних досліджень покладено завдання визначення оптимального профілю лопаті та визначення його оптимальних аеродинамічних характеристик. Для цього було виготовлено різні макети роторів типу Дар'є з різною відносною хордою профіля лопаті.

З метою визначення та дослідження технічних характеристик даного енергогенеруючого пристрою було виготовлено експериментальну установку (рис.1).



1 - дослідницький ротор; 2, 3 – підшипники; 4 – вал ротора; 5 – стробоскоп; 6 – генератор; 7 – анемометр; 8 – вольтметр; 9 – крильчатка вентилятора; 10 – електродвигун вентилятора; 11 – джерело живлення, що регулюється; 12 – аеродинамічна труба

Рисунок 1 - Схема установки, яка використовується для дослідження

Експериментальна установка складається з дослідницького ротора 1, генератора 6, стробоскопа 4, анемометра 7, вольтметра 8, вентилятора 9, який знаходиться в аеродинамічній трубі 12 і з джерела живлення 11, що регулюється.

За допомогою стробоскопа визначається швидкість на валу, яка розвивається досліджуваним ротором. Вольтметром знімаються показники напруги, яка виробляється генератором ротора. Швидкість потоку повітря контролюється анемометром.

Для того щоб досліджувати ротор на певних швидкостях вітру, було виготовлено джерело живлення, що регулюється та яке керує обертами крильчатки двигуна, який знаходиться в аеродинамічній трубі.

Розроблена експериментальна установка має практичне значення для дослідження оптимального профілю лопаті та буде використана в навчальному процесі під час проведення лабораторних робіт з курсу «Нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії».

УДК 378.147

THE EXPERIMENTAL STAND FOR THE DETERMINATION OF THE THERMOMECHANICAL CHARACTERISTICS OF TEXTILE MATERIALS

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ СТЕНД ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕРМОМЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Onofrijchuk V.[1], Polishchuk O.[1], Majewski W.[2], Bojar P.[2],
[1]Khmelnytskyi National University, Khmelnytskyi, Ukraine
[2]University of Bydgoszcz, Bydgoszcz, Poland

Підвищення рівня конкуренції в легкій промисловості, а саме в швейній та взуттєвій, веде до необхідності впровадження нових технологічних процесів і удосконалення вже існуючих. Удосконалення існуючих процесів повинно призвести насамперед до підвищення якості виробів і підвищення продуктивності праці.

Якість швейних та взуттєвих виробів в багатьох випадках залежить від кінцевої обробки. В більшості випадків кінцеву обробку пов'язують з волого–тепловою обробкою. Значне місце волого-теплова обробка (ВТО) займає при виготовленні швейних виробів. Відповідно ВТО безпосередньо впливає на якість готового виробу. Для вибору режимів волого-теплової обробки і устаткування велике значення мають термомеханічні характеристики матеріалів.

Залежність відносної деформації $\varepsilon=f(T)$ від температури називається термомеханічною кривою.

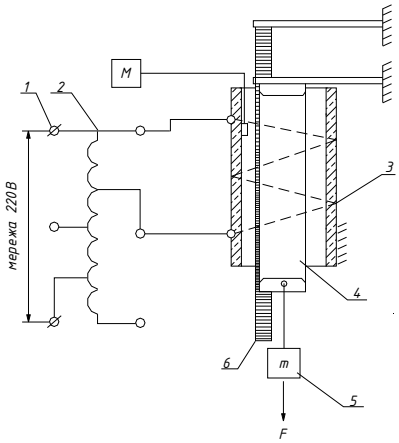
Матеріали для виробів легкої промисловості мають складний хімічний склад та будову. Але незважаючи на це, дослідження термомеханічних характеристик матеріалу дозволяють визначити температурний діапазон, у якому зміна властивостей не приводить до втрати експлуатаційних та технологічних характеристик матеріалом.

Сутність термомеханічних випробувань полягає у визначенні деформації проби матеріалу при зміні його температури із деякою постійною швидкістю. При термомеханічних випробуваннях проби піддаються різним деформаціям – розтяганню, стисканню, вигину, періодичній або постійній дії механічної сили. Знання реальних характеристик текстильних матеріалів дозволить правильно визначити технологічні режими їх подальшого оброблення, підвищить якість і знизить енергетичні витрати.

Отже питання вивчення термомеханічних властивостей є актуальним. Воно веде до спрощення технологічного процесу виготовлення виробів і в загальному до підвищення якості продукції.

Для проведення термомеханічних випробувань матеріалів при одноосьовому розтяганні була розроблена методика й створена експериментальна установка, що дозволяє проводити термомеханічні випробування матеріалів в інтервалі температур від 20 до 300 °С при одноосьовому розтягуванні.

Схема даної установки приведена на рис.1. Матеріал, що досліджується 4, розміщується в нагрівальному циліндрі 3. До зразка закріплюється вантаж 5, який розтягує матеріал.



1 - електрична мережа змінного струму; 2- лінійний автотрансформатор, що регулює напругу й інтенсивність нагріву; 3- нагрівальний елемент; 4- експериментальний зразок; 5 – вантаж; 6 – устаткування вимірювання видовження; М – мультиметр з термопарою для вимірювання температури

Рисунок 1 - Схема установки для термомеханічних випробувань матеріалів:

Видовження зразка реєструється за допомогою вимірювального інструменту. В якості вимірювального інструменту може бути звичайна лінійка, або індикаторна головка. Температура може визначатися за допомогою звичайного термометра, або мультиметра з термопарою.

Для нагрівання текстильного матеріалу було вибрано сопловий кільцевий нагрівальний елемент фірми FuWell (Китай). Соплові хомутові (кільцеві) нагрівачі - це резистивні електронагрівачі підвищеної потужності з корпусом з нержавіючої сталі. Соплові кільцеві нагрівачі забезпечують більшу щільність потужності завдяки подвійному нагрівального елементу. Вони часто використовуються в якості нагрівачів для екструдерів і термопластавтоматів.

Під час проведення експерименту, при нагріванні матеріалу в сопловому нагрівальному елементі, відмічається температура і відповідне видовження матеріалу. На основі отриманих даних в подальшому можна побудувати криві залежності деформації від температури певного матеріалу, а по них визначити параметридля його волого-теплової обробки.

В результаті виконання даної роботи розв’язана актуальна проблема з розробки методики та проведення експериментів по визначенню термомеханічних властивостей синтетичних матеріалів та розробки рекомендацій по визначенню параметрів ВТО цих матеріалів.

Розроблений стенд для визначення термомеханічних характеристик синтетичних матеріалів має практичну цінність для виробництва, а також для навчального процесу при підготовці фахівців спеціальності «Галузеве машинобудування».

УДК 621.3:62-67

THE DEVELOPMENT OF THE CONTROL SYSTEM OF THE HUMIDITY AND TEMPERATURE CONDITIONS OF THE GREENHOUSE

РОЗРОБКА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ВОЛОГІСНО - ТЕМПЕРАТУРНИМИ РЕЖИМАМИ ТЕПЛИЦІ

Mihajlovskij Yu.[1], Polishchuk O.[1], Giergiel M.[2], Buratowski T.[2]
[1]Khmelnytskyi National University, Khmelnytskyi, Ukraine
[2]AGH – University of Science and Technology, Krakow, Poland

На значній території нашої країни у зв'язку з тривалою, нерідко суворою зимою і коротким, не завжди теплим літом складаються несприятливі умови для вирощування теплолюбних рослин у відкритому ґрунті.

Для розширення можливості вирощування рослин і постачання населення свіжими продуктами харчування, особливо овочами, в несприятливі періоди року застосовують різні споруди захищеного ґрунту, в яких штучно створюються необхідні умови для росту і розвитку рослин. За ступенем задоволення потреб рослин у комплексі чинників життєзабезпечення або по технологічної складності споруди захищеного грунту поділяють на парники, утеплений ґрунт і теплиці .

У спорудах захищеного ґрунту необхідно прагнути до створення оптимальних параметрів середовища вирощування. На жаль, в найпростіших теплицях на присадибних ділянках в основному на сонячному обігріві не завжди цьому приділяється належна увага. У результаті рослини в таких теплицях постійно перебувають у стресових умовах. Вночі, як правило, рослини переохолоджуватися, вдень у сонячну погоду перегріваються. Особливо поглиблюються несприятливі дії в теплицях, розташованих на садово-городніх ділянках, значно віддалених від місць постійного проживання власників. У таких теплицях, відвідуваних, як правило, лише у вихідні дні, немає можливості оперативно втрутитися у формування клімату, в результаті чого він нерідко далекий від оптимального. Правильний тепловий режим в теплицях дозволяє підвищити урожайність в 2-3 рази.

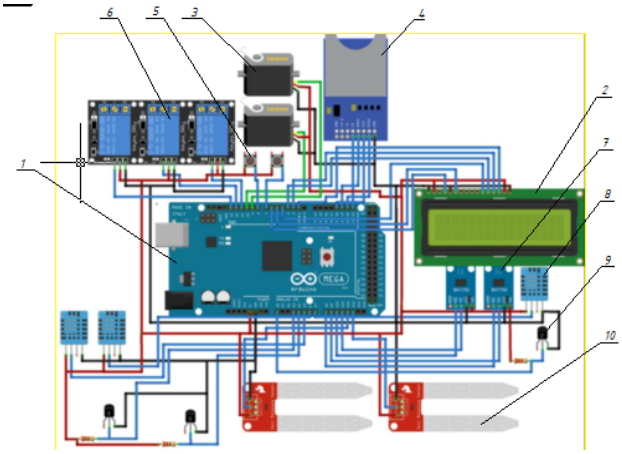
Існують численні системи автоматизованого управління мікрокліматом теплиць. Як правило, такого роду системи, що поставляються численними фірмами містять повний комплекс управління мікрокліматом.

Такі системи, звичайно, добрі і ефективні, але мають цілком відчутним недоліком – високою вартістю. Використання такого роду систем у промисловій агротехніці виправдана: територія теплиць величезна, а така система дозволяє економити на персоналі, отримувати великий урожай, що дозволяє збільшити прибуток, а, отже, окупити систему.

Особливістю агротехніки нашої країни є те, що 70 % населення самі забезпечують себе овочами в літній та осінній період за рахунок вирощування культур на присадибних ділянках. Природно, що в таких умовах вирощування людина не може постійно контролювати мікроклімат у теплиці, а й купувати дорогу систему теж немає можливості . Багато хто з дачників використовують

підручні, не завжди надійні та ефективні властивості – гідроциліндри для автоматичного відкривання кватирок при дуже високій температурі, бочку з невеликим отвором для поливу та інше. Ці приспособи не дорогі, але малоефективні і не надійні (гідроциліндри часто виходять ладу, тече масло, ущільнювальні кільця швидко приходять в непридатність, температура, при якій відкривається кватирка, вимірюється емпірично і т.п.). Створення простої системи керування основними параметрами мікроклімату, а саме температурою і вологістю є актуальною задачею.

З цією метою було розроблено систему керування температурно-вологісними характеристиками теплиці. Було розроблено її структурну схему, а далі із використанням програмного середовища Fritzing було розроблено його макетну плата.



1-контролер Arduino Mega; 2-рідкокристалічне табло; 3-сервомотор; 4-модуль SD-карт; 5-кнопка; 6-реле; 7-датчик світла; 8-датчик температури і вологості; 9-датчик температури; 10 датчик вологості грунту

Рисунок 1 – Система керування мікрокліматом теплиці

Далі було проведено вибір необхідних елементів (контролера; датчиків температури, вологості, освітленості; реле; LSD дисплею), на основі яких виготовлено її експериментальний зразок. Центральне місце в системі займає плата Arduino Mega. Arduino Mega 2560 побудована на базі мікроконтролера ATMega2560. Це остання версія плати серії Arduino Mega.

Також було розроблено базовий алгоритм програми.

Експериментальні дослідження на базі розробленого макету та теплиці в реальних погодних умовах показали його працездатність та точне регулювання та підтримання температури та вологості.

Практичне значення розробленої системи заключається в в тому, що вона може бути використана в теплицях для вирощування овочів та рослин, а також на кафедрі машин та апаратів, електромеханічних та енергетичних систем при проведенні лабораторних робіт з курсу «Мікроконтролерні системи управління».

УДК 677.024

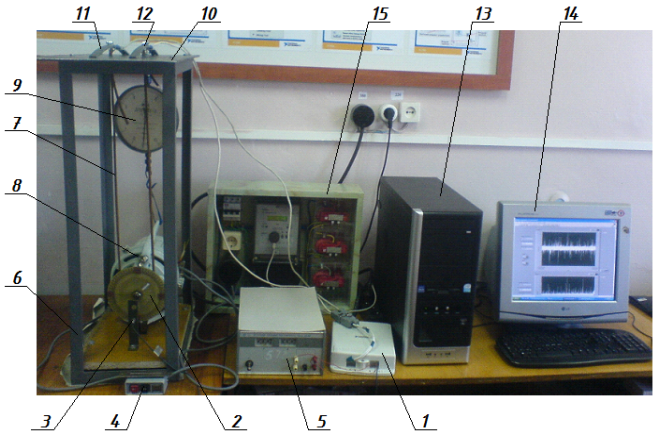
STAND FOR THE DETERMINATION OF THE ELECTRIC PARAMETERS OF INDIVIDUAL FRICTION DRIVE OF SEWING MACHINE

СТЕНД ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ФРИКЦІЙНОГО ПРИВОДУ ШВЕЙНОЇ МАШИНИ

Lisevich S.[1], Polishchuk O.[1], Musial Ja.[2], Matuszewski M.[2], Bromberek F.[2]
[1]Khmelnytskyi National University, Khmelnytskyi, Ukraine
[2]UTP University of Science and Technology, Bydgoszcz, Poland

У швейному виробництві, зокрема в швейних машинах, широко застосовується індивідуальний фрикційний привод. Суть фрикційного приводу заключається в тому, що між простим асинхронним електродвигуном і клинопасовою передачею встановлюється керована від педалі фрикційна муфта, що забезпечує плавний пуск і плавне регулювання швидкості на ходу машини.

Для зняття механічних характеристик індивідуального фрикційного електроприводу швейних машин було розроблено стенд. Конструкція даного стенду приведена на рис.1. Експериментальна установка встановлюється на стіл. До стійки 6 установки кріпиться фрикційний привід 8.



1 – блок узгодження сигналу; 2 – фольгований текстолітовий диск; 3 – індуктивний датчик; 4 – вимикач; 5 – блок живлення; 6 – стійка; 7 – пас; 8 – фрикційний привід; 9 – динамометр; 10 - пластина; 11 – тензобалка; 12 – тензодатчик; 13 – системний блок; 14 – монітор; 15 – лічильник електричної енергії трьохфазний електронний Елвін.

Рисунок 2 - Стенд для дослідження індивідуального фрикційного приводу швейних машин

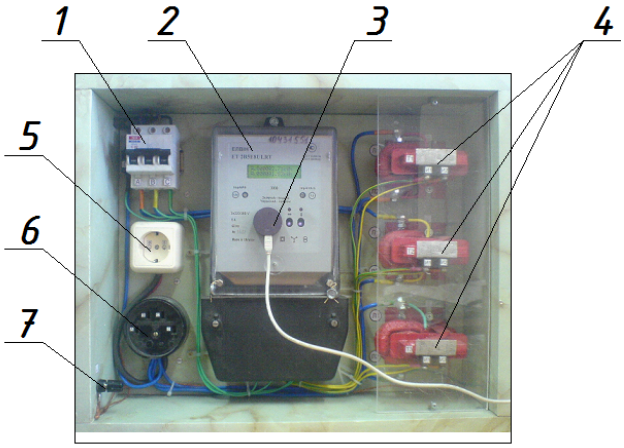
На вал електроприводу, до шківу приєднується фольгований мідний диск 2 з рівномірно розміщеними зубцями, кількість яких рівна 4. Індуктивний датчик 3 закріплюється на металевій пластині та встановлюється навпроти мідних зубців. Напруга на індуктивний датчик подається блоком живлення 5. При наближенні мідного зуба до чутливого елемента датчика, в останньому виникає напруга, яка передається на блок узгодження сигналу 1, звідки поступає на АЦП (розташований в системному блоці 13) та графічно відображається на ЕОМ за допомогою програмного забезпечення LabVIEW.

Вимірювання крутного моменту електроприводу здійснюється за рахунок гальмування шківу електродвигуна шкіряним пасом 7, кінці якого приєднуються до двох тензобалок 11, на яких приклеєні тензорезистори 12. Тензобалки прикріплені до металевої пластини 10, яка розміщена на стійці стенду 6. Величина прогину балки фіксується тензорезисторами, після чого сигнал подається в блок узгодження сигналу, який в подальшому поступає на аналого-цифровий перетворювач. Візуалізація даних відбувається завдяки ЕОМ та програмному забезпеченню LabVIEW та Microsoft Excel. По різниці напруги на балках можна судити про крутний момент, який виникає на видомому валу фрикційного приводу швейної машини.

Динамометром 9 визначається сила притискання веденої напівмуфти до ведучої, цим самим збільшуючи на веденому валу частоту обертання. Він закріплюється на стійці та приєднується до важіля фрикційного приводу.

Для визначення електричних параметрів електроприводу, зокрема напруги U, струму I та потужності, що споживається P, запропоновано використати трьохфазний електронний лічильник електроенергії Elvin.

На основі лічильника Elvin було розроблено стенд, загальний вигляд якого приведено на рис.2. Основними елементами даного стенду є: автоматичний вимикач 1; електронний лічильник 2 з оптопарою 3; трансформатори струму 4; однофазна 5 та трьохфазна 6 розетки. Для забезпечення заземлення даного стенду використовується фіксатор 7.



1–автоматичний вимикач; 2–лічильник; 3–оптопара; 4 – трансформатор струму; 5–однофазна розетка; 6–трьохфазна розетка; 7–заземлення

Рисунок 2 – Лічильник електроенергії трьохфазний електронний Elvin

Трьохфазну вилку живлення фрикційного приводу вмикають в розетку 6, яка розташована на лічильнику електричної енергії. Величини електричних параметрів, знятих з лічильника передаються на ЕОМ за допомогою оптичної головки USB 3 та записуються в програмному середовищі edrlite.

Використанння стенду з лічильником електричної Elvin при проведенні експериментальних досліджень індивідуального фрикційного приводу швейної машини в перехідних режимах дозволить більш якісніше і точніше визначати електричні параметри та використовувати комп'ютерну техніку для їх обробки та побудови відповідних графічних залежностей.

УДК 629.33

THE DEVELOPMENT OF THE EXPERIMENTAL STAND FOR THE RESEARCH OF SOLAR MODULES

РОЗРОБКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО СТЕНДУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ СОНЯЧНИХ МОДУЛІВ

Polishchuk A.[1], Lisevich S.[1], Mania T.[2], Mroziński A.[2]
[1]Khmelnytskyi National University, Khmelnytskyi, Ukraine
[2]UTP University of Science and Technology, Bydgoszcz, Poland

Важлива роль у поліпшенні ситуації в енергетичній сфері надається розосередженій генерації, застосуванню альтернативних традиційних та відновлювальних джерел енергії. На сьогоднішній день когенераційні установки, вітрова енергетика, теплові насоси та сонячні колектори реально конкурентоспроможні порівняно з традиційними формами енергетичного постачання, характеристики витрат на їх створення та експлуатацію мають тенденцію до зменшення, тоді як ціни на традиційні енергетичні носії органічного походження постійно зростають.

Серед відновлювальних джерел енергії одним з найбільш перспективних є пряме перетворення сонячного випромінювання в електрику у напівпровідникових сонячних елементах. Сонячну енергетику нашої країни можна охарактеризувати як таку, що має широкі перспективи для розвитку, і яка в майбутньому може скласти конкуренцію електричним станціям, що працюють на паливі, що не відновлюється.

На сонячних енергетичних установках використовуються різні типи сонячних елементів. Сучасні сонячні елементи виготовляються як з монокристалічного так і полікристалічного кремнію. Вартість елементів, виготовлених з полікристалічного кремнію (рис.1, а) нижча, проте нижче і значення ККД для цих елементів. Кругла і псевдоквадратна форма сонячних елементів, які виготовлені з кремнію монокристалічного типу (рис.1, б), визначається тим, що вихідні пластини для виробництва сонячних елементів ріжуться зі зливка монокристалічного кремнію циліндричної форми. Сонячні елементи виготовлені з полікристалічного кремнію зазвичай мають квадратну форму, оскільки виготовляються зі зливків, отриманих шляхом лиття в прямокутні форми. Ззовні поверхня полікристалічного сонячного елементу виглядає зернистою.

а б

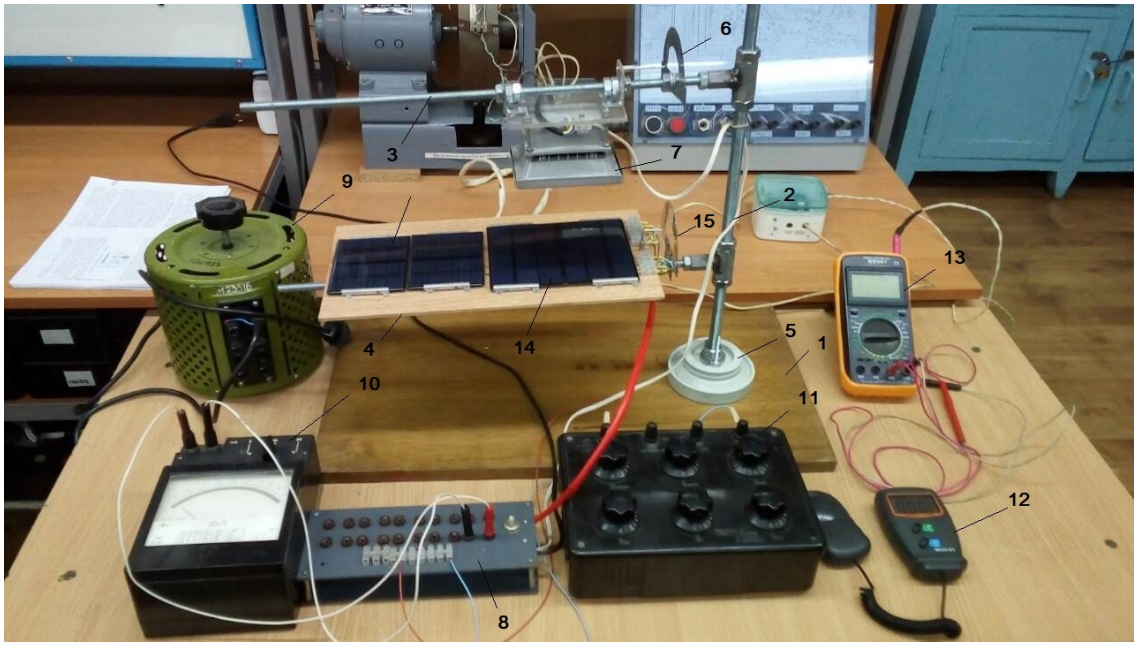
б-полікристалічний; б-монокристалічний

Рисунок 1 - Типи сонячних елементів:

Конструктивно сонячна панель складається з десятків силіконових фотомодулів, зібраних в єдину панель. Дані фотоелектричні елементи, змонтовані в склопластиковий, надійний і довговічний корпус, який надає хороший захист цим фотомодулям, як від пилу, так і від атмосферної вологості.

З метою дослідження сонячних батарей різних типів було розроблено експериментальний стенд. Загальний вигляд стенду приведено на рис.2.

В якості досліджуваних елементів експериментального стенду було вибрано сонячні батареї виготовлені із полікристалічного і монокристалічного кремнію.



1-основа; 2-стійка; 3-стержень для кріплення джерела світла; 4-основа із закріпленими сонячними батареями; 5-тримач стійки; 6-кутомір; 7-джерело світла (освітлювач); 8-комутючий пристрій; 9-лабораторний автотрансформатор; 10-міліамперметр; 11-набір опорів; 12-люксметр; 13-мультиметр; 14-сонячна батарея; 15-кутомір

Рисунок 2 – Стенд для дослідження сонячних батарей:

Даний стенд дозволяє: досліджувати різні типи сонячних елементів; монтувати їх паралельне, послідовне та паралельно-послідовне з’єднання; визначати струм, напругу, потужність при різному навантаженні; досліджувати сонячні елементи при падінні на них під різним кутом джерела світла та світла різної інтенсивності; на основі отриманих даних в подальшому будувати вольт-амперна (залежність $I = f(U)$) і навантажувальна (залежність $P = f(U)$) характеристики для сонячної батареї.

Практичне значення розробленого стенду заключається в в тому, що він може бути використаний фірмами, що займаються розробкою, встановленням і реалізацією сонячних батарей, а також на кафедрі машин та апаратів, електромеханічних та енергетичних систем при підготовці студентів зі спеціальності «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціалізації «Енергетичний менеджмент».

УДК 662.99

THE DEVICE FOR THE BREAKING THE MATERIALS

ПРИСТРІЙ ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ МАТЕРІАЛІВ

Lozitskyi V.[1], Polishchuk O.[1], Lenik K.[2], Kalinovska-Ozhgovich E.[2]
[1]Khmelnytskyi National University, Khmelnytskyi, Ukraine
[2]Lublin University of Technology, Lublin, Poland

Сучасний рівень розвитку малих та середніх підприємств потребує вмілого конструювання та виготовлення необхідних машин та не дорогих установок, що можуть скоротити час робочої праці на виробництві.

Повсякденне застосування таких установок дозволяє збільшити продуктивність праці, зменшити собівартість продукції та водночас підвищити прибуток підприємства. Необхідність в подрібненні матеріалів, і зв'язана з цим інтенсивність застосування в промисловості і домашньому господарстві призвела до пошуку її досконалих способів і методів, включаючи оптимальні і ефективні напрямки розвитку цього процесу.

При виборі подрібнюючого обладнання для виробництва необхідно враховувати багато факторів, а саме: універсальність, економічність, простоту обслуговування, надійність.

Провівши огляд технічної та патентної літератури по пристроях та способах подрібнення матеріалів, можна зробити висновок, що загальним недоліком даного устаткування є: великі габарити; складність конструкції; низький рівень техніки безпеки; великі затрати при виготовленні; великі енергетичні затрати тощо.

Тому необхідно створити такий пристрій, який би усунув вище приведені недоліки, а саме головне щоб даний пристрій був недорогим у виготовлені та в експлуатації, мав високий рівень техніки безпеки та невеликі габаритні розміри.

Щоб задовольнити ці вимоги було проведено огляд та аналіз сфер застосування та існуючих конструкцій подрібнювачів матеріалів. В результаті цього огляду було встановлено перспективний напрямок створення дискових подрібнювачів для подрібнення матеріалів легкої промисловості.

Дискретна аналітична модель процесу подрібнення дисковим подрібнювачем матеріалів у роторному дисковому подрібнювачі потребує перевірки на адекватність математичних моделей реальним процесам, що відбуваються в зоні подрібнення. Необхідна також експериментальна перевірка, яка дозволить також визначити ступінь впливу на процеси факторів, що не враховувались в аналітичних моделях.

Для проведення експериментальних досліджень було виготовлено експериментальний пристрій, який дозволить реалізувати процес подрібнення з можливістю зміни факторів, що вивчаються (рис.1). Він дозволить також моделювати процеси, що відбуваються при подрібненні.

Даний пристрій для подрібнення матеріалів з нерухомим та обертовим дисками, що має невеликі габарити і дозволяє при невеликих затратах електричної енергії отримати більшу продуктивність.

Основними елементами даного подрібнювача є: рама, подрібнюючий барабан, розмелююча гарнітура у вигляді двох дисків, бункер, електродивгун, пасова передача, електроустаткування

а

б

в

1-рама; 2-подрібнюючий барабан; 3-бункер; 4-пасова передача; 5-ведучий шків; 6-ведений шків; 7-гвинт для регулювання робочого зазору; 8-електричний двигун; 9-пускач-автомат

Рисунок 1 – Загальний вигляд пристрою для подрібнення матеріалів:

Основним робочим органом подрібнювача матеріалу служить гарнітура у вигляді дисків з криволінійними ножами. Застосування саме такої форми ножів має свою особливість. Оскільки подрібнювач орієнтований на подрібнення відходів легкої промисловості, його робота повинна заключатись в створенні дисперсної маси.

Великий вплив на процес помолу і якість отриманої маси надає геометрія розміщення ножів. Відомо, що процес різання значно полегшується при ковзаючому рухові, тобто коли ріжуча грань рухається відносно іншої під кутом. Характер зміни коефіцієнту ковзання для ріжучої гарнітури з криволінійною формою ножів може бути заданий з допомогою значення кута, що в свою чергу дозволить регулювати процес розмелювання в сторону отримання бажаного результату, рубання волокон чи їх розтирання.

Можливість подрібнення матеріалів легкої промисловості, в свою чергу, для підприємств легкої промисловості дозволить заощаджувати кошти шляхом повторного використання перероблених відходів як вторинної сировини. Щодо стану навколишнього середовища, то раціональне використання перероблених відходів легкої промисловості дозволить суттєво зменшити площі звалищ, які з кожним роком невпинно збільшуються.

УДК 621.9

PRODUCTION OF PARTS BY 3D-MILLING METHOD

ВИГОТОВЛЕННЯ ВИРОБІВ МЕТОДОМ 3D-ФРЕЗЕРУВАННЯ

Lisovik A.[1], Polishchuk A.[1], Zalizeckyi A.[1], Szulżuk-Cieplak J.[2], Zubrzycki J.[2]
[1]Khmelnytskyi National University, Khmelnytskyi, Ukraine
[2]Lublin University of Technology, Lublin, Poland

Гравіювально - фрезерні верстати, що використовуються в цей час у багатьох галузях виробництва, від ювелірної справи до виготовлення форм для лиття й оснащення, представляють собою складне сучасне устаткування, що працює під керуванням комп'ютера. Для пересування шпинделя з інструментом для різання, у гравіювально - фрезерних верстатах часто використовують мікрокрокові двигуни. Такі верстати добре зарекомендували себе в мебельному виробництві, у виробництві реклами й декору для обробки інтер'єрів. Також верстати ідеально підходять для оброблення одно- і двох шарових пластиків, композитних матеріалів, органічного скла, дерева, штучного каменю, кольорових металів, виготовлення кліше для тиснення, табличок, малих литтєвих форм, ювелірних виробів і оснащення для їхнього виробництва, моделей, прототипів і багато іншого.

В даний час ринок настільних верстатів з ЧПУ насичений різними пропозиціями, які в стані підняти рівень як ефективності, так і якості виробництва виробів декоративно-прикладного мистецтва. Виробники верстатів постаралися забезпечити оригінальність і надійність конструкцій на основі найсучасніших технологій. Особливо висока ефективність застосування таких верстатів при обробці складних 3D-поверхонь.

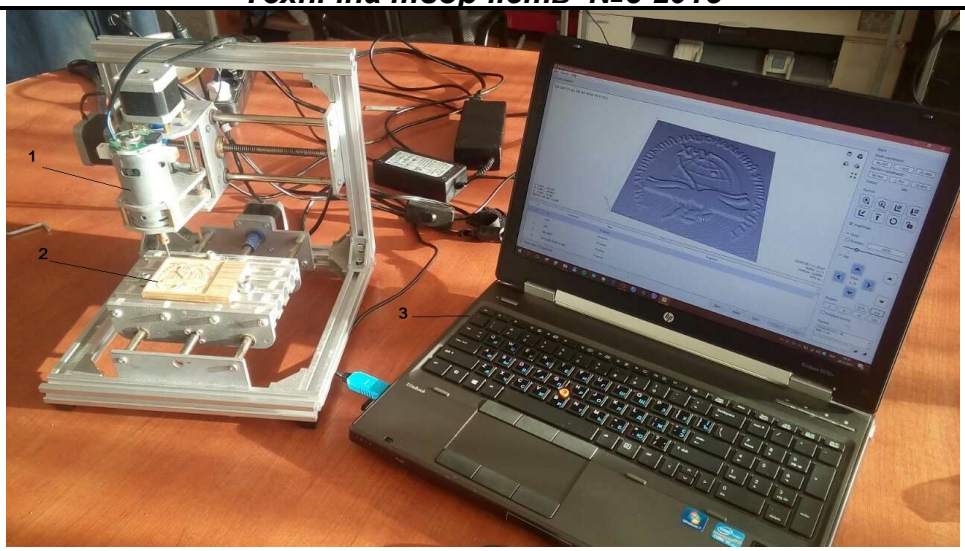
Фрезерний верстат здійснює не тільки прямолінійний різ, а й криволінійний розкрій. Тому на такому обладнанні можна відтворити і об'ємний рельєф методом 3D-фрезерування.

3D-фрезерування - це процес створення певних заданих об'ємних форм з обраного матеріалу за допомогою фрезерувального верстата.

Використання сучасного високоточного верстата з ЧПУ дозволяє надати заготовці з практично будь-якого матеріалу яку завгодно складну форму і конфігурацію за мінімально короткий термін. Тривимірне фрезерування широко застосовується при виготовленні технологічного оснащення (матриць, макетів, прес-форм), макетування, в меблевому виробництві при фігурному різанні.

З метою створення 3D-поверхонь було зібрано гравіювально-фрезерний верстат. Основними елементами зібраного верстату є: рама; стіл; крокові двигуни; шпиндель; напрямні переміщення двигунів; напрямні переміщення шпинделя; фреза.

Даний верстат було підключено до електронно-обчислювальної машини із встановленим програмним середовищем. Загальний вигляд розробленої установки для виготовлення 3D-виробів методом фрезерування приведено на рис.1.



1 - фрезерний верстат; 2 - дерев'яна заготовка; 3 - електронно-обчислювальна машина з програмним середовищем

Рисунок 1 – Загальний вигляд установки для виготовлення виробів методом 3D-фрезерування

З метою перевірки працездатності зібраного фрезерного верстату було проведено виконання на ньому операції 3D- фрезерування деталі. В якості зразка було вибрано jpg малюнок емблеми Хмельницького національного університету. Далі було проведено підбір дерев'яної заготовки певних розмірів.

В програмному середовищі було створено програму для фрезерного верстату по виготовленню даної емблеми, яка складалася з трьох етапів: завантаження і редагування малюнка; створення 3D-вигляду; створення 3D-траєкторії.

Загальний вигляд отриманого виробу приведено на рис.2.

Рисунок 2 - Загальний вигляд отриманого виробу

Розроблене устаткування має практичну цінність для виробництва, сфери побуту, а також для навчального процесу при підготовці фахівців спеціальності «Галузеве машинобудування».

УДК 53.082.5

THE DEVICE FOR THE DETERMINATION OF THERMAL CONDUCTIVITY OF HEAT-INSULATING MATERIALS

УСТАНОВКА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Skiba M.[1], Polishchuk O.[1], Musial Ja.[2], Kałaczyński T.[2]
[1]Khmelnytskyi National University, Khmelnytskyi, Ukraine
[2]UTP University of Science and Technology, Bydgoszcz, Poland

Теплофізичні параметри теплоізоляційних матеріалів відіграють вирішальну роль в оцінці їх якості та визначення галузі їх застосування. Одним з основних експлуатаційних параметрів теплоізоляційних матеріалів є теплопровідність.

Теплопровідність – одна з найважливіших характеристик теплоізоляційних матеріалів для побутової техніки, що відображає їх здатність передавати теплову енергію.

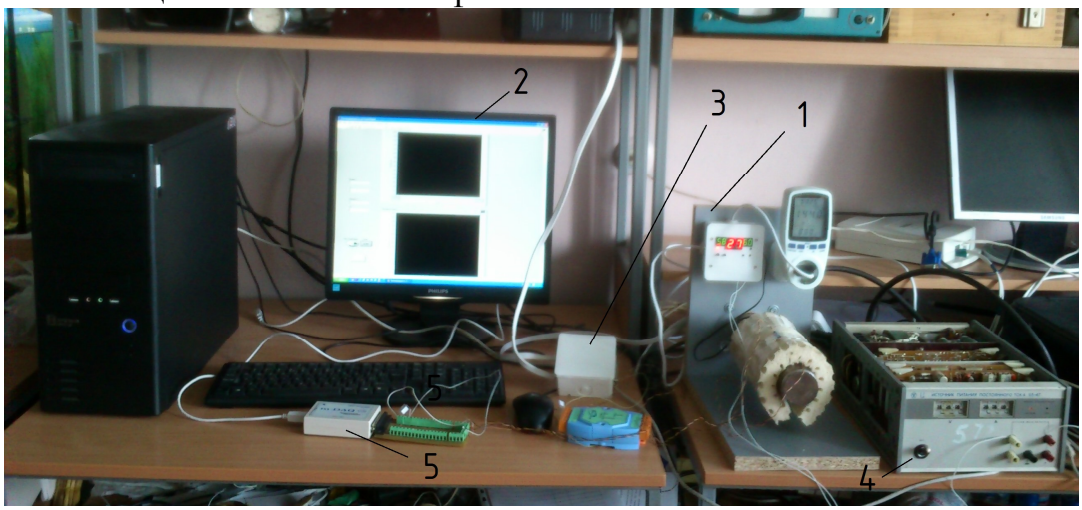
Цей критерій визначає область і можливість використання теплоізоляційних матеріалів, їх експлуатаційні властивості. Не варто забувати про те, що теплопровідність нерозривно пов’язана з основним параметром, таким як щільність матеріалу. Від цього параметру залежить, наскільки побутова техніка, наприклад бойлер, буде втрачати тепло. Незаперечна цінність теплоізоляційних матеріалів полягає в низькій теплопровідності.

На ринку товарів представлено великий вибір теплоізоляційних матеріалів, якими ізолюються побутові прилади, наприклад ті ж самі бойлери. Кожен теплоізоляційний матеріал має свої властивості і характеристики, які відіграють головну роль при його виборі: стабільність форми, вага, теплопровідність тощо. Наявність нових матеріалів з одного боку розширює можливості вибору оптимального рішення при розробці нової побутової техніки, з іншого боку, – відсутність точних характеристик не дає можливості підібрати необхідні матеріали.

Для проведення досліджень по визначенню теплопровідності теплоізоляційних матеріалів розроблено лабораторний стенд, загальний вигляд якого приведено на рис.1. Стенд для визначення коефіцієнта теплопровідності методом труби складається із: циліндричної ємності, заповненої рідиною; регулятора температури; нагрівального елементу; приладу для визначення струму, напруги та потужності нагрівального елемента; підсилювача; аналогово-цифрового перетворювача; датчиків температури; ЕОМ; зразків матеріалів.

Визначення коефіцієнта теплопровідності матеріалів на розробленому обладнанні можна вважати надійним і універсальним, оскільки воно має ряд суттєвих переваг, які полягають насамперед в тому що завдяки використанню сучасних засобів мікропроцесорної та обчислювальної техніки можна визначити дану характеристику з високою точністю. Це не потребує додаткових пристроїв, значно економить час та енерговитрати. Проблеми підвищення точності засобів контролю теплофізичних параметрів нині є актуальними в зв’язку з сер-

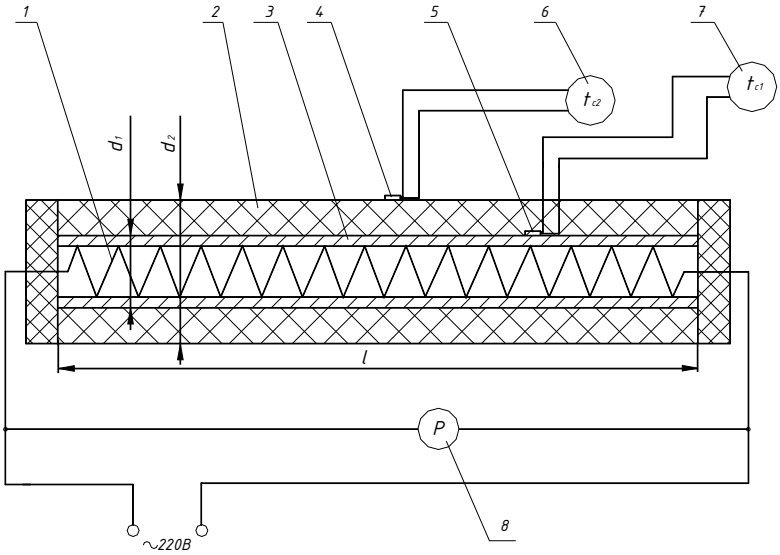
тифікацією багатьох виробів, процедури якої багато в чому пов'язані з якісною та кількісною оцінкою їхніх теплофізичних властивостей.



1 - лабораторна установка для визначення коефіцієнту теплопровідності, 2 - електронно-обчислювальна машина, 3 – терморегулятор; 4 - блок живлення, 5 - блок вимірювальної апаратури

Рисунок 1 - Лабораторний стенд для дослідження теплопровідності теплоізоляційних матеріалів

На рис.2 приведено схему установки для визначення коефіцієнта теплопровідності методом труби.



1 – матеріал, що досліджується; 2-циліндрична труба; 3-ТЕН; 4, 5 - датчики температури; 6, 7 – температура, що вимірюється; 8 - ватметр

Рисунок 2 – Схема установки для визначення коефіцієнта теплопровідності методом труби:

Розроблений стенд має практичну цінність та буде використаний в навчальному процесі Хмельницького національного університету, зокрема при виконанні лабораторних робіт з дисципліни «Електропобутова техніка».

УДК 519.857.6

THE DEVELOPMENT OF THE PRESS FOR THE SPLITTING OF ROCK FORMATIONS

РОЗРОБКА ПРЕСУ ДЛЯ РОЗКОЛЮВАННЯ ГІРСЬКИХ ПОРІД

Polishchuk O.[1], Smutko S.[1], Lenik K.[2], Śniadkowski M[2]
[1]Khmelnytskyi National University, Khmelnytskyi, Ukraine
[2]Lublin University of Technology, Lublin, Poland

За об'ємами запасів природних кам'яних матеріалів (гірських порід) Україна займає одне із провідних місць у світі. Однак потенціал держави в галузі видобування та оброблення природного каменю реалізований далеко неповністю. Все ще високий рівень ручної праці, нестача сучасних технологій та устаткування, і, як наслідок, високий коефіцієнт браку та низька якість виробленої продукції роблять українські каменевидобувні та каменеобробні підприємства не конкурентоздатними.

Для задоволення все зростаючого попиту на вироби з гірських порід, пов'язаного з високими темпами будівництва та реконструкції будівель і споруд, пішохідних та автомобільних доріг, міських майданів і вулиць, а також для гідної конкуренції зі світовими лідерами галузі, необхідне не тільки впровадження існуючих, а й розробка нових високоефективних технологій обробки гірських порід.

Особливо гостро ця задача стоїть в області виробництва колотого каменю. Підвищення ефективності роботи камене розколювального устаткування традиційним в машинобудуванні шляхом збільшення потужності вже неможливе через високу міцність гірських порід, тому подальше поліпшення техніко-економічних показників можливе лише за рахунок застосування більш ефективних технологій руйнування. Це, в свою чергу, потребує детального вивчення процесу спрямованого розколювання гірських порід, встановлення не окремих, а всього комплексу факторів, що впливають на ефективність технологічного процесу.

Отже, задача удосконалення існуючих та створення принципово нових енерго- та ресурсозберігаючих технологій переробки гірських порід у колоті будівельні вироби на основі встановлення закономірностей руйнування спрямованим механічним впливом є актуальною науково-технічною задачею, що має практичне значення для народного господарства України, а також для приватного сектору. Актуальним дане питання є і для приватного сектору.

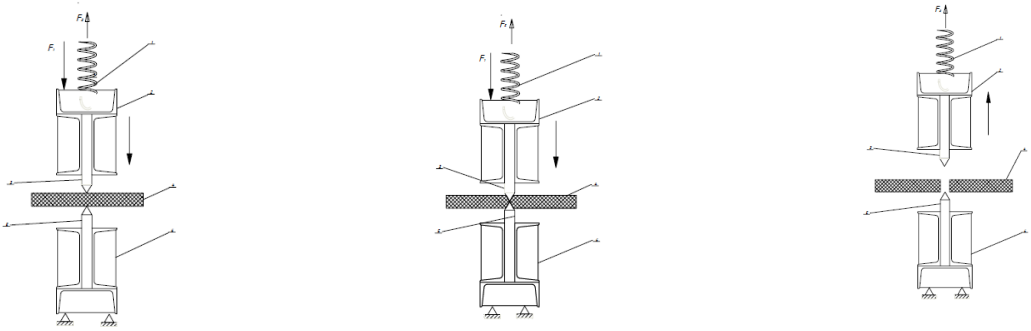
З метою створення ручного пресу для розколювання гірських порід було проведено його проектування. Основні елементи каркасу пресу було розраховано в програмному середовищі Solid Works.

З метою збільшення зусилля руйнування в конструкції пресу було застосовано гідравлічний домкрат TORIN T91004. Його максимальна вантажопідйомність складає 10 тон.

Основними вузлами та деталями пресу є (рис.1): каркас; верхня рухома траверса з закріпленим різаком; нижня нерухома траверса з закріпленим різаком; гідравлічний домкрат; пружини.

Рисунок 1 –Ручний гідравлічний прес

Технологічний процес розколювання гірських порід на розробленому пресі можна описати трьома операціями (рис.2): фіксування матеріалу верхнім різаком (а); розколювання матеріалу (б); вихід різака з матеріалу (в).



а б в

а- фіксування матеріалу верхнім різаком; б- розколювання матеріалу;
в- вихід різака з матеріалу

Рисунок 2 - Технологічний процес розколювання гірських порід:

Суть процесу розколювання гірських порід заключається в наступному. Кусок гірської породи встановлюється в прес в простір між верхнім і нижнім різаками. За допомогою рукоятки домкрата збільшується тиск масла на шток домкрата. Шток починає рухатися і приводить в дію верхню рухому траверсу з різаком. Зменшується зазор між верхнім різаком і матеріалом та створюється необхідне зусилля руйнування. При цьому проходить розтягування зворотних пружин. Після того як зусилля руйнування стане більше границі міцності гірської породи, в результаті появи тріщини, він починає розколюватися. Після закінчення процесу розколювання пружини повертають верхню траверсу в початкове положення.

Практичне значення розробленого пресу заключається в в тому, що він може бути використаний фірмами, що займаються будівництвом і облаштуванням будівель та присадибних ділянок, а також на кафедрі машин та апаратів, електромеханічних та енергетичних систем при підготовці студентів зі спеціальності «Галузеве машинобудування».

THE SYSTEM FOR RESEARCH OF THE EFFECTIVENESS OF SOLAR PANELS

СИСТЕМА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ

Litvinov O.[1], Polishchuk A.[1], Polishchuk O.[1], Mroziński A.[2], Bromberek F.[2]
[1]Khmelnytskyi National University, Khmelnytskyi, Ukraine
[2]UTP University of Science and Technology, Bydgoszcz, Poland

За останні декілька років суттєво змінився клімат на території України, що дало можливість більш широко використовувати «сонце» як альтернативний вид енергії. На території України річне сонячне випромінювання на один квадратний метр перевищує 5000 МДж. Такі показники дозволяють отримувати до 120 Вт потужності з одного квадратного метра батареї.

Одним із найефективніших методів підвищення електричної продуктивності є застосування систем, які слідкують за Сонцем. Такі системи називають – трекерами. Трекерна система розроблена та встановлена на кафедрі машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем. Така система забезпечує збільшення продуктивності сонячних панелей, за різними джерелами, від 25 до 47%. Але для підтвердження цих даних потрібно створити систему моніторингу двох незалежних сонячних панелей. З цією метою було вибрано дві сонячні панелі з однаковими характеристиками потужністю 150 Вт кожна. Одна панель була розміщена стаціонарно, друга - на трекерній системі. Панелі були підключені до спеціально розробленого стенду, який дав змогу фіксувати показники вироблення електричної енергії. Розроблена система дає можливість провести порівняння ефективності сонячних панелей.

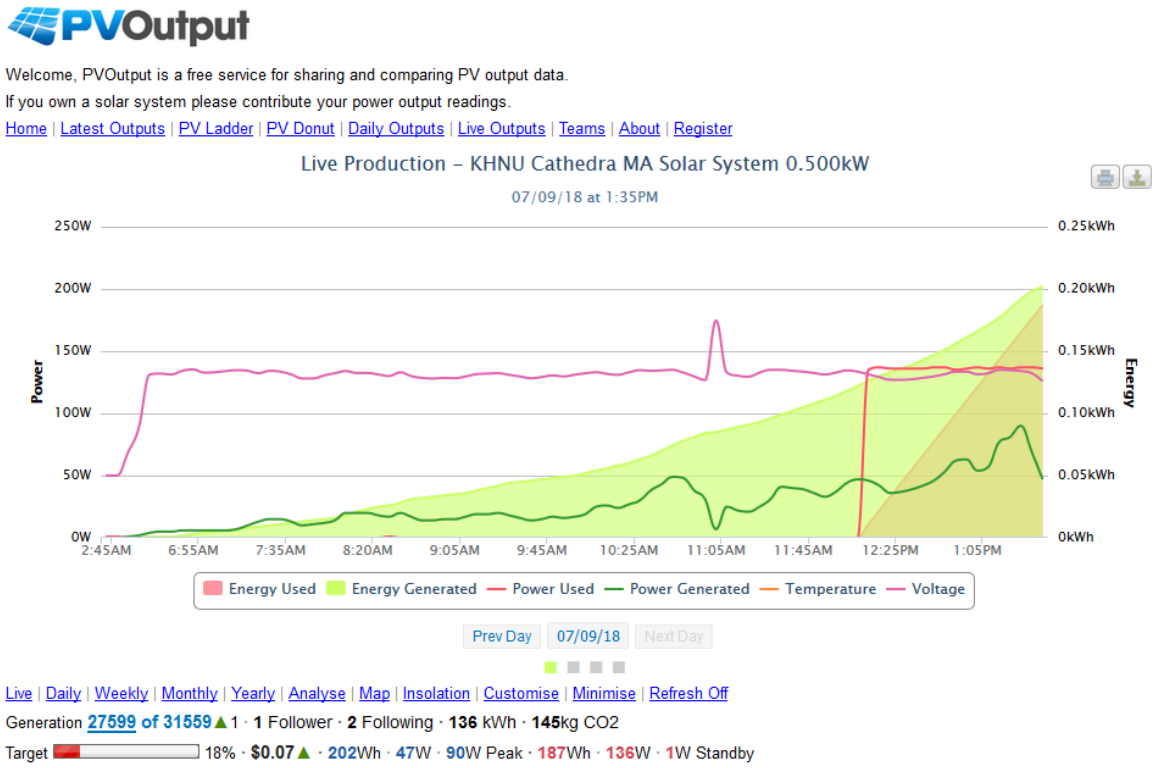


Рисунок 1 – Відображення потужності сонячних панелей на WEB сторінці

Основним параметром є потужність яку генерує сонячна панель з одиниці площі. Якщо розглянути цей параметр в часі то ми отримаємо певну кількість електричної енергії, яку генерує сонячна панель за одиницю часу. Для вимірювання струму було використано датчики струму, засновані на ефекті Хола. Після перетворення сигналу з аналогового в цифровий дані потрапляють до модуля збору та обробки інформації і за допомогою інтернет мережі і на WEB-сторінці відображаються графіки потужності (рис.1). Розроблений стенд одночасно знімає дані із сонячних панелей з трекерною та стаціонарною системою розміщення.

Розроблена система дослідження ефективності сонячних панелей з трекерною та стаціонарною системою розміщення дає можливість в автоматичному режимі здійснювати візуалізацію параметрів, проводити обробку даних у реальному часі, формувати бази даних та здійснювати порівняльний аналіз їх експлуатаційної ефективності. Вона також дає можливість дистанційно відслідковувати параметри, що знімаються з будь-якої точки світу.

THE DEVICE FOR THE RESEARCH OF CUTTING OPERATION OF FOOTWEAR MATERIALS IN THE STATIC MODE

УСТАНОВКА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЇ ВИРУБУВАННЯ ВЗУТТЄВИХ МАТЕРІАЛІВ У СТАТИЧНОМУ РЕЖИМІ

Polishchuk O.[1], Burmistenkov O.[2], Karmalita A.[1], Muślewski Ł.[3]
[1]Khmelnytskyi National University, Khmelnytskyi, Ukraine
[2]Kyiv National University of Technology and Design, Kyiv, Ukraine
[3]UTP University of Science and Technology, Bydgoszcz, Poland

Взаємодія леза з в’язко-пружним матеріалом, в процесі його різання, характеризується надзвичайно складними, головним чином фізичними, явищами, які не піддаються чіткому аналітичному опису. Тільки поєднання теоретичних основ з експериментальними дослідженнями дасть розуміння справжньої фізичної картини цього процесу та дозволить зробити важливі, в прикладному відношенні, висновки. В багатьох випадках, задача теоретичного дослідження спрощується прийнятими припущенням для того щоб визначити основні величини, якими описується технологічний процес. Експериментальні дослідження, які проводяться для підтвердження адекватності теоретичних тверджень, показують, наскільки значуща похибка отриманих результатів, обумовлена прийнятим припущенням, і відповідно, в якому напрямку повинна бути скоректовані теоретичні дослідження.

Експериментальні дослідження процесу різання матеріалу проводяться для виявлення закономірностей, що представляють інтерес з точки зору існуючих теоретичних досліджень та їх прикладного використання.

Існують різні експериментальні методи та пристрої, що використовуються в сучасній експериментальній практиці для дослідження процесу різання ма-

теріалів в різних галузях, зокрема: металів - в машинобудуванні; різних порід дерева - в деревообробній промисловості, стебел рослин - в сільському господарстві; овочів - в харчовій промисловості тощо. Наразі, практично відсутні дослідження різання матеріалів у взуттєвій та швейній промисловості.

На сьогоднішній день, завдяки розвитку вимірювальної техніки, з'явилася можливість більш точно визначати параметри процесу різання матеріалу та за допомогою цифрових мікроскопів записувати процес занурення робочого органу в матеріал.

Для дослідження операції вирубування взуттєвих та швейних матеріалів у статичному режимі, було розроблено експериментальну установку (рис.1). До складу експериментальної установки входить: пристрій для виконання операції вирубування; блок вимірювальної апаратури; цифровий мікроскоп; комп'ютер. Пристрій для виконання операції вирубування (рис.2) складається з: рами 1, гвинтової пари для створення навантаження 2, різака 3, матеріалу 4.

Блок вимірювальної апаратури складається з: тензобалки для визначення зусилля вирубування 5, тензобалки для визначення величини занурення різака в матеріал 6, підсилювача, аналогово-цифрового перетворювача (АЦП) та комп'ютера.

Для запису процесу занурення різака в матеріал використовується USB цифровий мікроскоп 2 (рис.1).

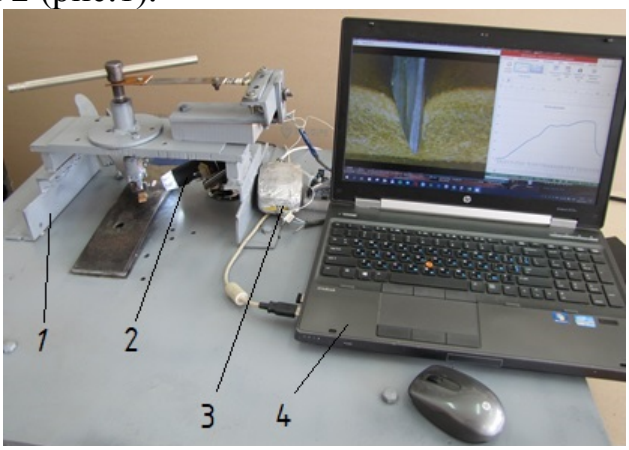


Рисунок 1 – Установка для дослідження операції вирубування взуттєвих матеріалів в умовно статичному режимі

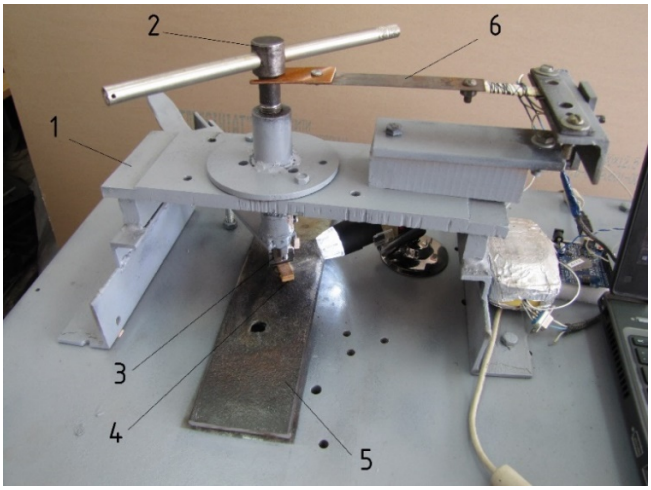


Рисунок 2 – Пристрій для виконання операції вирубування

Установка для дослідження операції вирубування взуттєвих матеріалів, в умовно статичному режимі, працює наступним чином. Взуттєвий матеріал, визначених параметрів, встановлюється на тензобалку 5 (рис.2). За допомогою гвинтової пари 2 створюється необхідне зусилля для вирубування матеріалу 4. Ніж 3, занурюючись у матеріал 4, прорізає його. Аналогові сигнали, що виникають в тензобалках 5 і 6, підсилюються за допомогою підсилювача, перетворюються в цифрові за допомогою АЦП та поступають на комп'ютер. За допомогою розробленого програмного забезпечення, встановленого на комп'ютері, отримується залежність технологічного зусилля вирубування від величини занурення різака у матеріал. По отриманим залежностях в подальшому можна визначати параметри процесу вирубування матеріалу.

УДК 621.391 160164

ОГЛЯД КРИПТОГРАФІЧНИХ СИСТЕМ ШИФРУВАННЯ

Б.В. Ткачук, П.В. Шинкарук
Хмельницький національний університет

Використання криптографічного захисту інформації під час побудови політики безпеки системи для обміну миттєвими повідомленнями значно посилює безпеку роботи системи, але за умови, що ця система захисту створена належним чином та має безпечну систему розподілу криптографічних ключів. Криптографічні методи захисту інформації - це методи захисту даних із використанням шифрування.

Головна мета шифрування (кодування) інформації - її захист від несанкціонованого читання.

Ключові слова: криптографія, шифрування, захист даних, криптографічні методи захисту інформації.

OVERVIEW OF CRYPTOGRAPHIC SYSTEMS OF SHIFTING

B. Tkachuk, P.Shynaruk
Khmelnytskyi National University, Khmelnytskyi, Ukraine

The use of cryptographic information security during the construction of the security policy for instant messaging greatly enhances the security of the system, but provided that this security system is properly created and has a secure system for distributing cryptographic keys. Cryptographic information security methods are methods for protecting data using encryption.

The main purpose of encryption (encoding) of information is its protection against unauthorized reading.

Keywords: cryptography, encryption, data protection, cryptographic methods of information security.

Вступ

Станом на сьогодні більшість додатків використовують системи шифрування із симетричним ключем, які забезпечують більшу швидкість обміну повідомленнями, однак є більш вразливими до зламу. Симетричний ключ, який використовується для як для шифрування, так і для дешифрування зашифрованих повідомлень, як правило зберігається на серверах, як і самі повідомлення. В результаті, адміністрація може отримати несанкціонований доступ до будь-якої переписки, файлів та іншої інформації, яка передавалась в процесі обміну. Ви-

ходячи з цього захист інформації криптографічними способами є досить актуальними на сьогоднішній день та набувать популярності.

Метод шифрування

Асиметричні криптографічні системи були розроблені в 1970-х роках. Принципова відмінність асиметричної криптосистеми від криптосистеми симетричного шифрування полягає в тому, що для шифрування інформації і її подальшого розшифрування використовуються різні ключі (рис. 1):

1) відкритий ключ *K* – використовується для шифрування інформації, обчислюється з секретного ключа *k*;

секретний ключ *k* – використовується для розшифрування інформації, зашифрованої за допомогою парного йому відкритого ключа K.

Рисунок 1 – Схема асиметричної криптосистеми шифрування

Ці ключі розрізняються таким чином, що за допомогою обчислень не можна вивести секретний ключ *k* з відкритого ключа *K*. Тому відкритий ключ *K* може вільно передаватися по каналах зв'язку.

Для криптографічного закриття і подальшого розшифрування інформації, що передається, використовуються відкритий і секретний ключі одержувача повідомлення. В якості ключа шифрування повинен використовуватися відкритий ключ одержувача, а в якості ключа розшифрування - його секретний ключ.

Секретний і відкритий ключі генеруються попарно. Секретний ключ повинен залишатися у його власника; він повинен бути надійно захищений від несанкціонованого доступу (аналогічно ключу шифрування в симетричних алгоритмах). Копія відкритого ключа повинна бути у кожного абонента криптографічної мережі, з яким має намір обмінюватись інформацією власник секретного ключа.

Процес передачі зашифрованої інформації в асиметричній криптосистемі здійснюється наступним чином:

1) Підготовчий етап - абонент В генерує пару ключів: секретний ключ kB і відкритий ключ Кв. Відкритий ключ Кв надсилається абоненту А і іншим учасникам обміну інформацією;

2) Використання - обмін інформацією між абонентами А і В. Абонент А зашифровує повідомлення за допомогою відкритого ключа Кв абонента В і відправляє шифротекст абоненту В. Абонент В розшифровує повідомлення за допомогою свого секретного ключа kB. Ніхто інший (в тому числі абонент А) не може розшифрувати дане повідомлення, так як не має секретного ключа абоне-

нта B. Захист інформації в асиметричній криптосистемі заснований на секретності ключа kB одержувача повідомлення.

Одним із найбільш відомих алгоритмів асинхронного шифрування є алгоритм RSA. У криптографічного системі з відкритим ключем, кожен учасник має як відкритий, так і закритий ключ. У криптографічній системі RSA кожен ключ складається з пари цілих чисел. Кожен учасник створює свій відкритий і закритий ключ самостійно. Закритий ключ кожен з них тримає в секреті, а відкритий можна повідомляти будь-кому.

Взаємно простими числами називаються числа, які не мають жодного спільного дільника, крім 1.

Функція Ейлера $\varphi(p)$ від натурального p є кількість чисел, менших p і взаємно простих з n.

Якщо p - просте число, то $\varphi(p) = p - 1$, якщо p - просте, a - натуральне число, то $\varphi(p^a) = p^a - p^{a-1}$. Якщо p і q взаємно прості, то $\varphi(pq) = \varphi(p)\varphi(q)$.

Генерація ключів виконується за наступним алгоритмом:

1) Вибираються два великих простих числа p, q (на сьогоднішній день зазвичай вибирають числа, що містять від 200 до 400 знаків);

2) Обчислюється їх добуток n, який не може бути розкладено на множники за розумний час;

3) Обчислюється значення функції Ейлера:

$$\varphi(n) = \varphi(pq) = (p - 1)(q - 1) \quad (1)$$

4) Вибирається ціле число $e\left(1 < e < \varphi(n)\right)$, взаємно просте зі значенням $\varphi(n)$. Зазвичай в якості e беруть прості числа, що містять невелику кількість одиничних біт в двійковому записі, наприклад, прості числа Ферма 17, 257 або 65537. Число e називається відкритою експонентою;

5) Обчислюється число d, що задовольняє умові: $de \equiv 1(mod\varphi(n))$, або в іншому вигляді $de = 1 + k\varphi(n)$. Число d називається секретною експонентою;

6) Пара $P = (e, n)$ публікується в якості відкритого ключа системи RSA;

7) Пара $S = (d, n)$ називається секретним ключем RSA і тримається користувачем в таємниці.

Для того, щоб зашифрувати дані по відомому ключу $P = (e, n)$ необхідно розбити шифрований текст на боки, кожен з яких може бути представлений у вигляді числа $M(i) = 0, 1, \ldots, n - 1$. Далі текст шифрується як послідовність чисел $M(i)$, перетворених за формулою $C(i) = M(i)emod(n)$.

Щоб розшифрувати повідомлення використовуючи секретний ключ $P = (d, n)$ необхідно кожне число з послідовності в зашифрованому повідомленні перетворити за формулою:

$$M(i) = C(i)dmod(n) \quad (2)$$

Висновки

У світі з'являється все більше систем для пересилання даних і це є основним способом обміну інформаці в мережі, тому виникає необхідність у шифруванні даних. На сьогоднішній момент криптографічні методи захисту інформації є найкращим способом шифрування даних. Кожного дня зявляються все більше криптографічних методів захисту інформації методом шифрування. Отже, всі методи шифрування за своїм принципом поділяються на симетричні та асиметричні. Симетричні забезпечують більшу швидкість обміну даними, проте вони є менш захиченими, й не завжди є доцільним їх використання, адже потенційні зловмисники можуть прехопити шифровані дані, й дізнавшись ключ розшифрувати їх. Дану проблему можуть вирішити асиметричні методи шифрування, адже в їх основі лежить принцип, за яким шифроване повідомлення може бути дешифроване лише кінцевим адресатом, й ніякі посередники (сервери) не зможуть використати шифровані дані в своїх цілях.

Література

1. Криптографические алгоритмы. Алгоритм криптопреобразования - ГОСТ 28147-89: Методические указания к лабораторной работе / С.А.Кабаков, О.Е.Александров. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2002. 32 с.
2. Введение в криптографию. В.В.Ященко, Москва Издательство МЦНМО, 2012.
3. Введение в криптографию. Методические указания для студентов механико-математического факультета, Ростов-на-Дону 2002 г.

ANALIZA EGZERGII W UKŁADACH POMP CIEPŁA

mgr inż. MBA Tomasz Mania doktorant, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy, Wydział Inżynierii Mechanicznej, Zakład Inżynierii Systemów Wytwarzania ul. Kaliskiego7, 85-789 Bydgoszcz, Polska, email: tomasz-mania@wp.pl ; tel. 0048 506-792-051
dr inż. Rafał Andrzejczyk, Politechnika Gdańska ul. Narutowicza nr 11, Gdańsk, Polska, tel.: +48 58 347 18 03, email: rafal.andrzejczyk@pg.gda

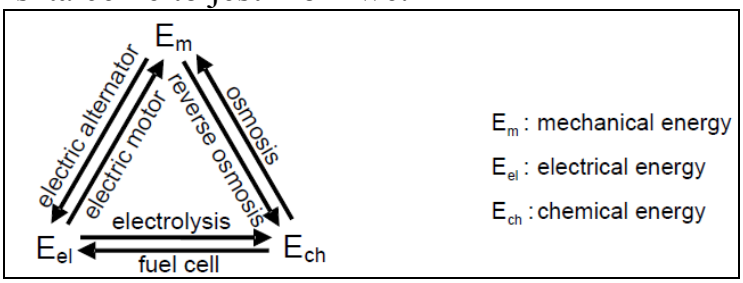
Wprowadzenie

Wartość egzergii jest jedną z podstawowych wielkości używanych do analiz termodynamicznych. Podstawową wartością jaką można uzyskać, na bazie analizy egzergetycznej jest informacja o stratach w układach przemian energetycznych. Powyższe informacje są niezwykle przydatne w kontekście ograniczenia energochłonności projektowanego układów. Pozwala to również na porównanie kilku wybranych scenariuszy projektowych i wybranie optymalnego. Daje także możliwość zastąpienia nieefektywnych rozwiązań znajdujących się w budowie danego urządzenia, o ile ze względów technicznych jest to możliwe, innym rozwiązaniem.

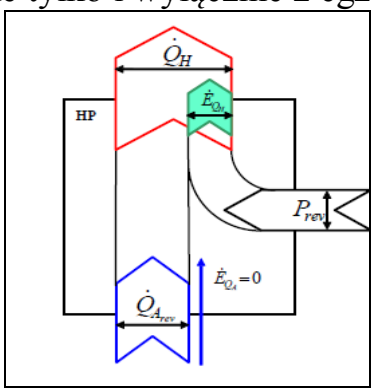
1. Pojęcie egzergii i jej zastosowanie praktyczne

Pojęcie egzergii należy rozumieć jako maksymalną pracę, którą układ otwarty może wykonać w danym otoczeniu przechodząc do stanu równowagi z tym otoczeniem. Według tej definicji otoczenie traktowane jest jako „zbiornik" energii nieużytecznej o stałej temperaturze. Maksymalną egzergię otrzymuje się dla procesu

odwracalnego, to znaczy takiego dla którego wartość entropii jest równa zero. Na podstawie pierwszej zasady termodynamiki, wiemy iż energia nie może ulec zniszczeniu ani samoistnie powstać, ale jednocześnie druga zasada termodynamiki poucza nas, że niemożliwe jest przekształcenie energii w dowolną inną jej formę ciepło, czy pracę bez strat. Poniższy rysunek prezentuje sytuację odwrotną, to znaczy taką w której przekształcenie to jest możliwe.



Rys. 1. Diagram ilustrujący odwracalność podstawowych form energii przy założeniu, że „składają” się one tylko i wyłącznie z egzergii [1]

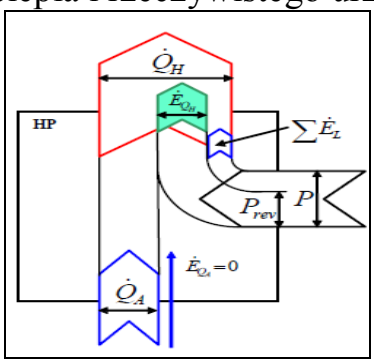


Rys. 2. Diagram ilustrujący przepływ energii i egzergii dla idealnej pompy ciepła [1]

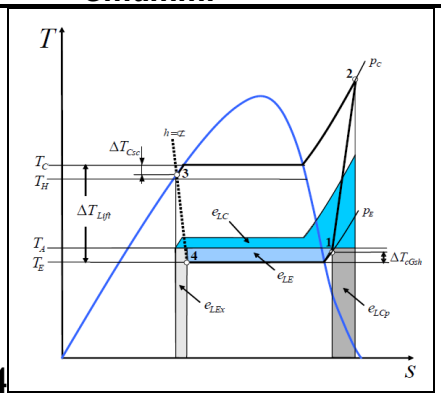
W przypadku powietrznej pompy ciepła (typu woda-powietrze) nie posiadającej kontroli wydajności mocy cieplnej skraplacza, przy przepływie strumienia ciepła Q, dla gradientu temperatury ΔT praca wymienników ciepła zależeć będzie od charakterystyki sprężarki i temperatury otoczenia. Biorąc pod uwagę korelację na wyznaczanie strumienia ciepła przepływającego przez przegrodę płaską, przy współczynniku przenikania ciepła U , powierzchni przenikania ciepła A i dla róznicy temperatury ΔT otrzymujemy zależność na straty egzergii:

$$\dot{E}_L = k \cdot A \cdot T_A \cdot \frac{\Delta T^2}{T^2}$$

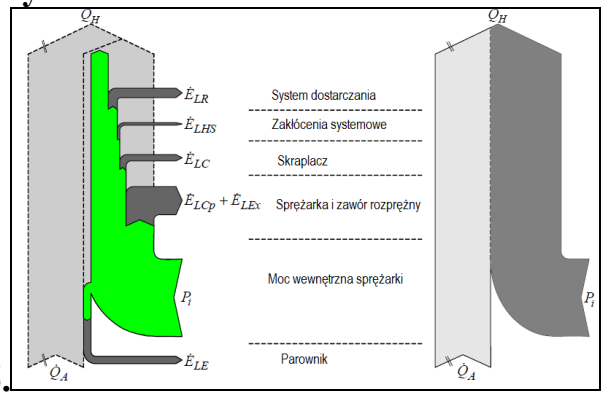
Rysunek 2 i 3 stanowią wizualizację w różnicy przepływu egzergetycznego dla idealnej powietrznej i pompy ciepła i rzeczywistego urządzenia.



Rys. 3. Diagram ilustrujący przepływ energii i egzergii dla rzeczywistej pompy ciepła [1]



Rys. 4



Rys.5.

Rys. 4. Obieg pompy ciepła z uwzględnieniem strat egzergetycznych [1]
Rys. 5. Od lewej przepływ egzergii dla całego układu pompy ciepła, od prawej przepływ energii dla całego układu pompy ciepła [1]

Różnice temperatury w parowniku i skraplaczu powodują straty egzergetyczne E_{LE} i E_{LC}. Dodatkowo występującymi stratami egzergetycznymi są straty transportu energii do płynu roboczego przez sprężarkę (straty pracy sprężania) E_{LCp} i na zaworze rozprężnym E_{LEx}. Starty egzegetyczne na sprężarce i zaworze rozprężnym łącznie określa się jako straty wewnętrzne pompy ciepła. Wizualizacja poszczególnych strat została zaprezentowana na wykresie T-s (rys. 4) i wizualizowana z zastosowaniem wykresu Sankeya dla powietrznej pompy ciepła (rys.5).

Bibliografia

[1]L.Gasser, B.Wellig, K. Hilfiker, Exergy analisys for increasing the efficiency of air/water heat pumps, Lucerne University of Applied Sciences and Arts – Engineering & Architecture CC Thermal Energy Systems & Process Engineering Technikumstrasse 21 CH-6048 Horw

ANALYSIS OF EXERGY IN HEAT PUMPS

Abstract:
This article presents the basic types of exergy losses that might occur at work heat pumps. Here was explained the concept of exergy and the consequences of irreversibility of thermodynamic processes. Authors shown some examples of the heat pump systems with calculations exergy losses generated in the course of their work. It also presents a direct impact on the growth losses generated operating costs.

Keywords: exergy, entropy, heat pump, open system

EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNA CIEPŁA ODPADOWEGO W SYSTEMACH CHŁODZENIA

mgr inż. MBA Tomasz Mania doktorant, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy, Wydział Inżynierii Mechanicznej, Zakład Inżynierii Systemów Wytwarzania ul. Kaliskiego7, 85-789 Bydgoszcz, Polska, email: tomasz-mania@wp.pl ; tel. 0048 506-792-051

dr inż. Rafał Andrzejczyk, Politechnika Gdańska ul. Narutowicza nr 11, Gdańsk, Polska, tel.: +48 58 347 18 03, email: rafal.andrzejczyk@pg.gda

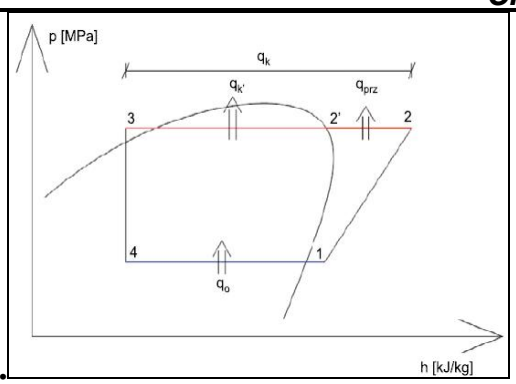
Abstrakt:

W artykule zaprezentowano podstawowe metody odzysku ciepła ze sprężarkowych układów chłodniczych. Pokazano tu możliwości jakie daje taki odzysk w kontekście ograniczenia zapotrzebowania gospodarki kraju na energię pierwotną jak również w kontekście ograniczenia negatywnego wpływu człowieka na środowisko naturalne. Autorzy zwracają uwagę, ze odzysk ciepła z układów chłodniczych powinien być poprzedzony wnikliwą analizą konstrukcji, przeznaczenia i parametrów pracy właściwego urządzenia chłodniczego. Ważne mogą być nawet aspekty związane z rodzajem płynu roboczego czy wymaganymi parametrami medium odbierającego ciepło. W artykule pokazano również negatywne aspekty niewłaściwie pracującego układu odzysku ciepła jak i wskazano możliwe przyczyny takiego stanu rzeczy.

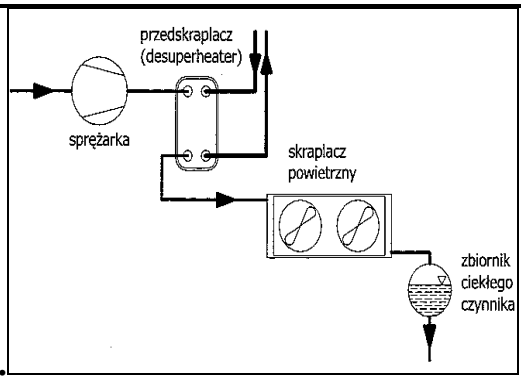
Słowa kluczowe: sprężarkowy układ chłodniczy, pompa ciepła, poślizg temperaturowy, mieszanina azeotropowa, mieszanina zeotropowa

2. Możliwości realizacji odzysku ciepła ze sprężarkowego urządzenia chłodniczego

Odzysk ciepła z instalacji chłodniczej może być realizowany na kilka sposobów. Pierwszym z nich i najmniej inwazyjnym jest odzyskiwanie tzw. ciepła przegrzania (rys.1). Czyli ciepła z obszaru pary przegrzanej, nie powoduje to bowiem wpływu na pracę skraplacza . Nieprawidłowo wykonana instalacja odzysku ciepła może doprowadzić do podniesienia temperatury skraplania i wzrostu kosztów. W skrajnych przypadkach natomiast do awarii układu sprężarkowego. Ciepło przegrzania charakteryzuje się również najwyższą temperaturą, w zależności od czynnika roboczego mogącą sięgać nawet powyżej 100ºC. Taka temperatura pozwala na wykorzystanie tego ciepła bezpośrednio do podgrzewania wody na cele ciepłownicze. Wada takiego rozwiązania jest jednak fakt, iż ciepło przegrzania stanowi zaledwie około 15% -20% ciepła generowanego przez urządzenie chłodnicze. Układ posiadający wymiennik do odzysku ciepła przegrzania należy doposażyć również w skraplacz właściwy. Najczęściej skraplacz również przewymiarowuje się tak aby możliwe było utrzymanie stałych parametrów pracy urządzenia w okresie spadku odbioru ciepła przegrzania lub braku jego odbioru. Jest to podyktowane zarówno względami bezpieczeństwa jak i dążeniem do niezawodnej pracy urządzenia. Przykład omawianego rozwiązania zaprezentowano na rysunku 2



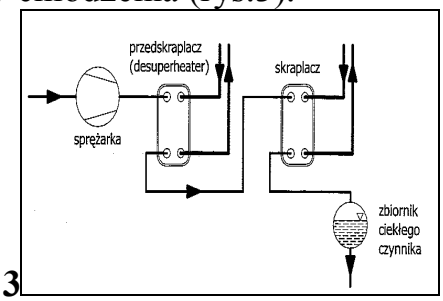
Rys.1.



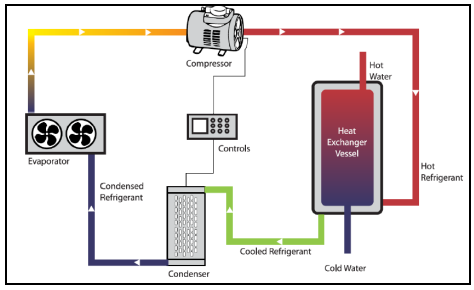
Rys.2.

Rys. 1 Obieg Lindego dla sprężarkowego urządzenia chłodniczego [1]
Rys. 2. Odzysk ciepła przegrzania ze sprężarkowego urządzenia chłodniczego [2]

Kolejna możliwość to odzysk ciepła skraplania i przegrzania w układzie odbioru ciągłego. Jest to system stosunkowo prosty do realizacji, ale wymaga bezwzględnie pracy układu odzyskowego łącznie z praca urządzeń chłodniczych. Istnieje tu wyraźne niebezpieczeństwo wzrostów temperatury skraplania i ryzyko pogorszenia parametrów chłodzenia (rys.3).



Rys. 3

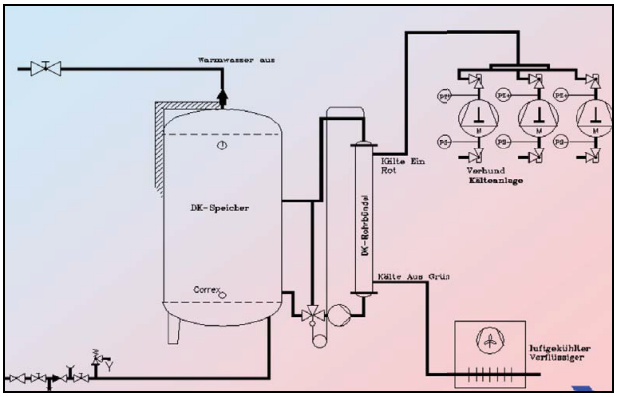


Rys. 4

Rys. 3. Odzysk ciepła skraplania i przegrzania ze sprężarkowego urządzenia chłodniczego [2]
Rys. 4. Układ odzysku ciepła z urządzenia chłodniczego wykorzystujący „bufor ciepła" –połączenie szeregowe [3]

Lepszym rozwiązaniem wydaje się połączenie układu odzysku ciepła (nawet w jednym wymienniku co obniża koszt) z układem klimatyzacyjnym oraz dodatkową chłodnica np. wentylatorową mogącą pracować jako skraplacz w okresach mniejszego zapotrzebowania na ciepło lub braku takiego zapotrzebowania. Możliwe jest także połączenie układu odzyskowego z pompą ciepła, datury je to możliwość podniesienia temper medium grzewczego.Bardzo ciekawymi są rozwiązania łączące w sobie możliwość odzysku ciepła, produkcji ciepłej wody użytkowej oraz jej magazynowania (rys.4, rys.5). Również i w tym przypadku możliwe są w zasadzie dwie główne koncepcje. Dla mniejszych układów chłodniczych zasadny wydaje się system, którego zasadę działania prezentuje rysunek 4. Chodzi tutaj o wykorzystanie zintegrowanego rozwiązania łączącego odzysk energii cieplnej z buforem wodnym do jej magazynowania. W takim układzie konieczne jest wykorzystanie kontrolera zarządzającego pracą sprężarki i dodatkowego wymiennika dochładzajacego czynnik chłodniczy. Wówczas możliwa jest produkcja wody o różnej temperaturze, w zbiorniku nasteruję bowiem zjawisko stratyfikacji o różnej temperaturze w wyniku zmian jej gęstości. Jest to oczywiście zależne od zastosowanej konfiguracji buforu

ciepła i samej jego konstrukcji, nie miej możliwe jest uzyskanie różnicy nawet rzędu kilkunastu stopni. Przy większych układach chłodniczych warto jest wykorzystać rozwiązanie z dodatkowym wymiennikiem pośredniczącym w wymianie ciepła pomiędzy buforem cieplnym a płynem roboczym pracującym w układzie chłodniczym. Wówczas konieczna jest dodatkowa pompa obiegowa współpracująca z zbiornikiem magazynującym ciepło. Stwarza to szansę jednak podniesienie efektywności wymiany ciepła. Układ pośredniczący pracować będzie bowiem w całości w warunkach konwekcji wymuszonej co wyraźnie zwiększy współczynniki przenikania ciepła. Rozwiązanie to pozwala również na otrzymanie jednolitej temperatury w całym zbiorniku, przy wykorzystaniu zaworu termostatycznego lub dodatkowego systemu kontrolnego, co jest o tyle istotne dla zastosowań w systemach grzewczych.



Rys. 5. Układ odzysku ciepła z urządzenia chłodniczego wykorzystujący „bufor ciepła" –wykorzystanie wymiennika pośredniczącego- połączenie równoległe [4]

Bibliografia

[1]. http://www.energiaibudynek.pl/artykul/articleid/657/releasetabid/939.aspx

[2]. D.Staniszewski, W.Targański, Odzysk ciepła w instalacjach chłodniczych i klimatyzacyjnych, IPPU Masta 2007

[3]. http://dkheatrecovery.co.uk/resources/files/d58b1c13109e41ffb495d7e29eed124d/dk_beginners_guide_to_heat_recovery_from_refrigeratio

[4]. B.Bednarczyk, Zagadnienia odzysku ciepła w urządzeniach chłodniczych na podstawie doświadczeń firmy DK, Część I, TCHiK 1/2008

ENERGY EFFICIENCY OF WASTE HEAT IN COOLING SYSTEMS

Abstract: The article presents the basic methods for recovery of heat from cooling systems. Here were shown the opportunities offered by the heat recovery in the context of the country's economy reduce the need for primary energy as well as in the context of reducing the negative human impact on the environment. The authors point out that the recovery of heat from cooling systems should be preceded by a thorough analysis of the structure, purpose and operating parameters of proper refrigeration apparatus. Important aspects may even be associated with a type of the working fluid as well as required parameters of heat transfer medium. The article shows also the negative aspects improperly working of heat recovery system and indicate the possible causes of this state of affairs.

Keywords: refrigeration unit, heat pump, temperature split ratio, azeotropic mixture, zeotropic mixture

POSSIBILITIES OF FUTURE DEVELOPMENT OF NANOROBOTES

Mariusz Giergiel, Tomasz Buratowski
AGH – University of Science and Technology, Faculty of Mechanical Engineering and Robotics, Department of Robotics and Mechatronics, 30 Mickiewicza, 30-059 Kraków, Poland

From the second half of the twentieth century more and more clearly the constant development of science and technology along with decreasing resource resources, necessitate the pursuit of miniaturization can be observed. To achieve this effect, it is necessary to use more and more advanced materials that, thanks to increased functionality, will better meet the requirements related to their intended use. Nanotechnology is an opportunity to meet these challenges, being an interdisciplinary science covering the issues of precision mechanics, electronics, chemistry, physics and biomedicine. The development of nanotechnology is possible only with the cooperation of specialists from the above-mentioned fields. The paper presents considerations regarding the design, modeling and simulation of mechanisms at the nano scale, which is the basis for the construction of nanorobots. When constructing nanomechanisms the fact that there is a fundamental difference between nano and micro and microworld, which is largely due to the fact that some phenomena occurring at the nano scale do not occur on micro and macro scale, and vice versa should taken into account. The conducted simulations indicate what criteria should be considered when constructing mechanisms for nanorobots and give the basis for an attempt to answer the question whether the use of certain mechanisms for robots on the nano scale is justified.

DETERMINATION OF THE INSTALLATION DROPPING SYSTEM FOR POLYMERS PROCESSING

ВИЗНАЧЕННЯ СИСТЕМИ РОЗІГРІВУ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ ПОЛІМЕРІВ

Zozulia P.[1], Polishchuk O.[1], Misiats V.[2]
[1]Khmelnytskyi National University, Khmelnytskyi, Ukraine
[2]Kyiv National University of Technology and Design, Kyiv, Ukraine

Зростання виробництва виробів із полімерів неухильно веде до зростання їх частки у відходах. Тому питання переробки відходів є актуальним на сьогоднішній день. Сучасні полімерні матеріали (ПМ) на основі різних пластмас, волокон і еластомерів, використовують в різних сферах. Не є винятком легка промисловість.

В умовах впровадження новітніх технологій у легкій промисловості, широко застосовуються різні матеріали із специфічними властивостями. Для їх переробки потрібно створити екструдер із спеціальними тепловими режимами, геометричними параметрами та визначити ряд параметрів що дасть змогу покращити продуктивність, ефективність процесу.

Під час переробки полімерних матеріалів методом екструзії проводиться попередній розігрів екструдера. Завантаження філаментів у холодну установку призводить до порушення технологічного процесу, а також до проблемних ситуацій. Даний етап є важливим у зв’язку з його енергоємністю, і, крім того, допомагає запобігти виникненню браку в кінцевій продукції. При недостатньому і нерівномірному рівні розігріву корпусу екструдера вихідний матеріал може виявитися низької якості, а його поверхня буде темною і тьмяною та мати різні невідповідності, що пред’являються до кінцевого виробу. Для підвищення процесу переробки, а саме ефективності теплових режимів розігріву виникає потреба у його дослідженні шляхом математичного моделювання. Визначення теплових процесів, які відбуваються під час переробки полімерів методом екструзії, здійснюється за допомогою спеціальних формул.

Для переробки сучасних полімерів із специфічними властивостями необхідно таке обладнання, яке б відповідало необхідним вимогам, геометричним параметрам і тепловим режимам.

Важливим етапом при впровадженні енергоощадного обладнання для переробки філаментів методом екструзії є створення оптимальної математичної моделі, яка б давала змогу керування режимами розігріву екструдера по його робочих ділянках. У зв'язку з цим виникає необхідність математичного моделювання режимів розігріву самого екструдера перед етапом безпосереднього процесу виготовлення продукції та дослідження температурного розподілу в установці залежно від потужності нагрівачів у різних режимах. Тому, в подальшому, необхідно отримати систему рівнянь та схеми які будуть описувати температурні режими екструдера з метою її подальшого розв’язку в програмному пакеті Comsol Multiphysics та Mathcad.

Здано до друку 12.09.2018 р.
Формат 60×84/16
Гарнітура Times New Roman, Arial. Умовн. друк. арк.4,5
Тираж 50 прим. Зам. №1212/16

Набір і друк здійснено ФОП Мартинюк О. О.
Україна, 29015, Хмельницький, вул. Інститутська, 5.